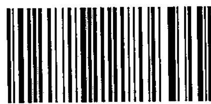
بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية
جامعة أم القرى
كلية العلوم التطبيقية والهندسية
قسم الفيزياء



حلقة بحث بعنوان

دراسة عمليه ونظرية لفرن شمسي

مقدم من الطالب
خليل عثمان عبد الحميد بركات



إشراف
الدكتور محمد عبد الهادي كامل العدوي

الفصل الدراسي الثاني
شعبان
١٤٠١/١٤٠٢هـ
مكة المكرمة



مـــقـدمـــة

لقد قدس الانسان منذ اقدم العصور الشمس وما كان يدري ما يؤدية هذا النجم للحياة كما ندري اليوم . لم تكن الشمس في مفهوم الانسان القديم سوى الضوء والدفء ولم يخرج الضوء فى مفهومه عن الطمأنينه أو الوسيلة التى تمكنه من تمييز الاشياء . أما اليوم فقد غدت الشمس في مفهوم المثقفين روح الحياة . فلولاها ما كان الضوء ، ولولا الضوء ما كان النبات ، ولولا النبات ما كان الحيوان ولولا الشمس لما كانت الحرارة ولولا الحرارة ما كان البخار ولا كانت الامطار ،ولولا الامطار ماجرت الانهار - ومع كل ما زاد من معرفة الانسان عن الشمس ودورها في استمرار الحياة الا أنها لم تعد كما كانت با لأمس تقدس تحت أسماء مختلفة (رع) أو آمون أو (شمسون) .

كان الانسان يعتمد في الانتاج على عضلاته فهي مصدر الطاقة الوحيد عنده ، ثم استعان با لحيوان والادوات الحجرية وغيرها. وفي القرن الثامن عشر اكتشف قوة البخار ، واستخدمها في تحريك الآلات بالثورة الصناعية وهى الاساس الذى بنيت عليها الحضارة الحديثة التى تسابق شعوب العالم فى ميدانها .

واعتماد النسان على الالة يعنى اعتماده على الوقود الذي يدير الالة سواء الفحم أو البترول أو الغاز أو الكهرباء او الذرة .

ويدرك علماء الطاقة أن مصادر الطاقة الرئيسية التى تعتمد عليها الحضارة فى الوقت الحاضر محدوده ولا بد من ان تنتهي عاجلا او اجلا وانه اذا اريد لحضارة الانسان أن تستمر فلا بد من اكتشاف مصادر جديدة وبديلة للطاقة الحالية . والمراقب لمجريات الامور في السنوات الاخيرة يدرك أن الطاقة الشمسية هي الطاقة التى بدا الانسان يلجاء اليها فاخذ يهتم بابحاثها ويزيد من استغلاله لها سواء فى التدفئة او التبريد او كقوة محركة للمضخات واصبحت بعض البيوت تصمم على اساس الاستفادة من الطاقة الشمسية .

والمملكة العربية السعودية من اغنى دول العالم في الطاقة الشمسية ان لم تكن اغناها فعلا ، وقد بدأت تهتم بابحاثها وتخطط لاستغلالها ولن يمضي وقت طويل باذن اللـــه الا وتـكون قد حققت نجاحا كبير فـي هـذا المجـال .



شكل (٤)

منزلة الشمس فى الحضارة المصرية القديمة

تبين الصورة تخيل لوحة اثرية يبدو فيها الملك المصرى القديم « توت عنخ آمون » جالسا على العرش وامامه الملكة « عنخ سن باتن » تغمرهما بركات اله الشمس رع

بســـــم الله الرحمن الرحيم

الطــاقــة ++ ×

كانت الطاقة دائماً سبيل الانسان الى أعظم أهدافه والى احلامه لتحقيق عالم أفضل .
ويقال أن انسان الكهوف أنما بدأ مساره نحو المدنية بعد أن استخدم طاقة النار
في الدفء والاستضاءه وطاقة جسمه عبر العصا والقوس طلباً للغذاء والبناء . وعلى مدى
القرون التالية كان مسعى الانسان من اجل بسطة العيش وثيق الارتباط بتسخيره اشكالاً
متنوعة من الطاقة مثل تلك المستخدمة من الفحم والرياح . أما في العصور الحديثة
فقد طور الانسان وسائل متزايده التعقيد والفعالية لتفجير الطاقة سعيا وراء أهداف
اشق . واليوم أصبح الوصول الى القمر مستطاعاً بفضل تسخير الطاقة الكيميائية
لدفع الصواريخ واستخدام الطاقة النووية في تسير الغوصات ويسير المركبات
لاستكشاف الفضاء الخارجي وهو حاليا يستخدم أيضا الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة
لتسير هذه المركبات .

ولكن لنتسائل ما تعريف الطاقة :-

تعرف الطاقة بانها القدرة على بذل جهد شغل .

اشــكال الــطاقــة .

الطاقة متواجدة في اشكال عدة مثل الطاقة الحرارية والطاقة الكهربائية والطاقة
الميكانيكية والطاقة الضوئية والطاقة الصوتية والطاقة الكيميائية والطاقة النووية
والموجات الكهرومغنطيسية .

مــصادر الــطاقــة

من أهم الاشكال الموجودة مصادر للطاقة هي الفحم والبترول والغاز الطبيعي وطاقة الرياح وطاقة
المياه (الطاقة الشلالات) وطاقة موج البحر طاقة فرق درجات الحراره بين سطح البحر
واعماقة وطاقة بخار باطن الارض وكذلك الطاقة الشمسية .

++ × تكنلوجيا الطاقة البديلة / د: سعود ابو عياش
د ٥
فبراير شباط ١٩٨١ م / المجلس الوطني للثقافة والفنون والاداب

الشمس المصدر الرئيسي للطاقة

جميع مصادر الطاقة التقليدية يمكن أعتبارها مستمده من الشمس فمن الثابت أن الشمس تلعب دورا رئيسيا في تشكيل مصادر الطاقة التقليدية المعروفة فالطاقة التي يمكن توليدها من الرياح ومن حركة أمواج البحر ليست في النهاية الا نتيجة لتاثيرات الشمس على الارض مما يسبب حركة الرياح وامواج البحر.
كما أن النباتات في عملية التمثيل الضوئي تثبت الطاقة الشمسية وتكون مواد كربوهيدريتية تخزن في صورة الخشب والذى مع العصور الجيولوجيةاختزن في باطن الارض وبفعل الضغط والحرارة تحول الى الفحم الحجرى. والانسان والحيوان يتغذيان على النبات وبفعل الضغط والحرارة واجسامهم العضوية عندما دفنت في باطن الارض تحللت وكونت البترول .

الحاجة الى استغلال الطاقة الشمسية

مع زيادة السكان وزيادة أعتماد الانسان على الطاقة وزيادة استغلالها بمعدل ضخم متزايد وما صاحبها من ارتفاع فيأسعارها ادى الى ظهور مايسمى بازمة الطاقة حيث يتخوف الانسان من احتمال نضوب المصادر التقليدية كما أن سعر الطاقة المستهلكة المتزايد يثقل كاهله .
لذا ينبه المتخصصون في مجال الطاقة الى ضرورة التغلب والتعامل بذكاء مع المصادر التقليدية وضرورة البحث والاستقصاء والاستفاده من مصادر بديله للطاقة فالان هناك مصادر للطاقة تبدوأنها غير قابلة للنضوب مثل طاقة الرياح وهى موجودة باستمراروطاقة موج البحر وطاقة فرق درجات الحرارة مابين سطح البحر واعماقة وقد بدأت الدرسات فعلا تستغل فرق درجات الحرارة ما بين سطح المحيط درجة حرارتة اسخن من باطن أعماق المحيط وبالتالى فرق درجتين الحرارةسيكون فرق حرارى يمكن استغلالة .
والاستفادة من الطاقة الشمسية التي تصل الينا يوميا (وليست الطاقة التي سبق أن اختزنت) يعتبر الامل الذى يسعى الانسان لتحقيقة وذلك لان استغلالها على ما يبدو لا يتطلب تكنلوجيا معقدة علية التقدم كما هى الحال فى استغلال الطاقة النووية على الارض وكذلك لا ترطبة الطاقة الشمسية باى احتمالات تلوث للبيئة عند استخدامها ولكن يحد من القدرة على استغلال الطاقة الشمسية بشكل واسع ودائم هو عدم توافرها بنفس القدرة والشدة على مدار العام كما تختلف من بلد الى لأخر حسب موقعها الجغرافى

وكذلك تصل الى الارض بصورة ليست مركزة مما يتطلب معه تجهيزات قد تكون ذات حجم كبير

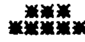
فالمعدل السنوى لسقوط الطاقة الشمسية على سطح افقى مساحته متر واحد مربع لاتزيد عن ٥ـ٦ كيلو وات فى اليوم الواحد فى معظم المناطق وفى معظم المناطق خاصة

البعيدة عن خط الاستواء فان هذا المعدل أقل من ذلك وعند الاخذ بالاعتبار أن بنوع

كفاءة استخدام الطاقة الشمسية فى التطبيقات المختلفة تتراوح فى العادة بين ٢٠ ٪ـ ٤٠ ٪ فان كمية الطاقة الممكن الحصول عليها من المتر الواحد

المربع تتراوح بين ١ـــ ٢ كيلو واط فى اليوم .

بســـم الله الرحـــمن الـرحـــيم



مصدر الطاقة في النجوم

من اهم المشاكل التي تواجه علماء العلوم الطبيعية هي معرفة مصدر الطاقة الهائلة ا المنبعثة من النجوم .

الشمس وهي نجم متواضع: تبعث منها طاقة كهرو مغناطيسية بمعدل حوالي (4×10^{33}) ارج / ثانية وتدل الشوهد والدلائل الفلكية على أن الشمس تشع هذا القدر من الطاقة وبنفس المعدل الحالى تقريبا منذو عدة بلايين من السنين .

ولايعقل أن تكون التفاعلات الكيميائية هي مصدر هذه الطاقة لانه حتي لو افترضنا أن الشمس كتلة من الكربون فان احتراقها الكامل كان يكفي ليبعث منها هذا القدر الهائل من الطاقة على مدى لايتجاوز بضع الالوف من السنين ومصدر اخر محتمل هو تحويل طاقة الجاذبية الى طاقة حرارية Energy is the conversion of gravitational energy into heat energy

في عملية تشبه عملية توليد الطاقة الكهربائية من مساقط المياة كما هو الحال في محطات الهيدرو كهربية لتوليد الكهرباء .

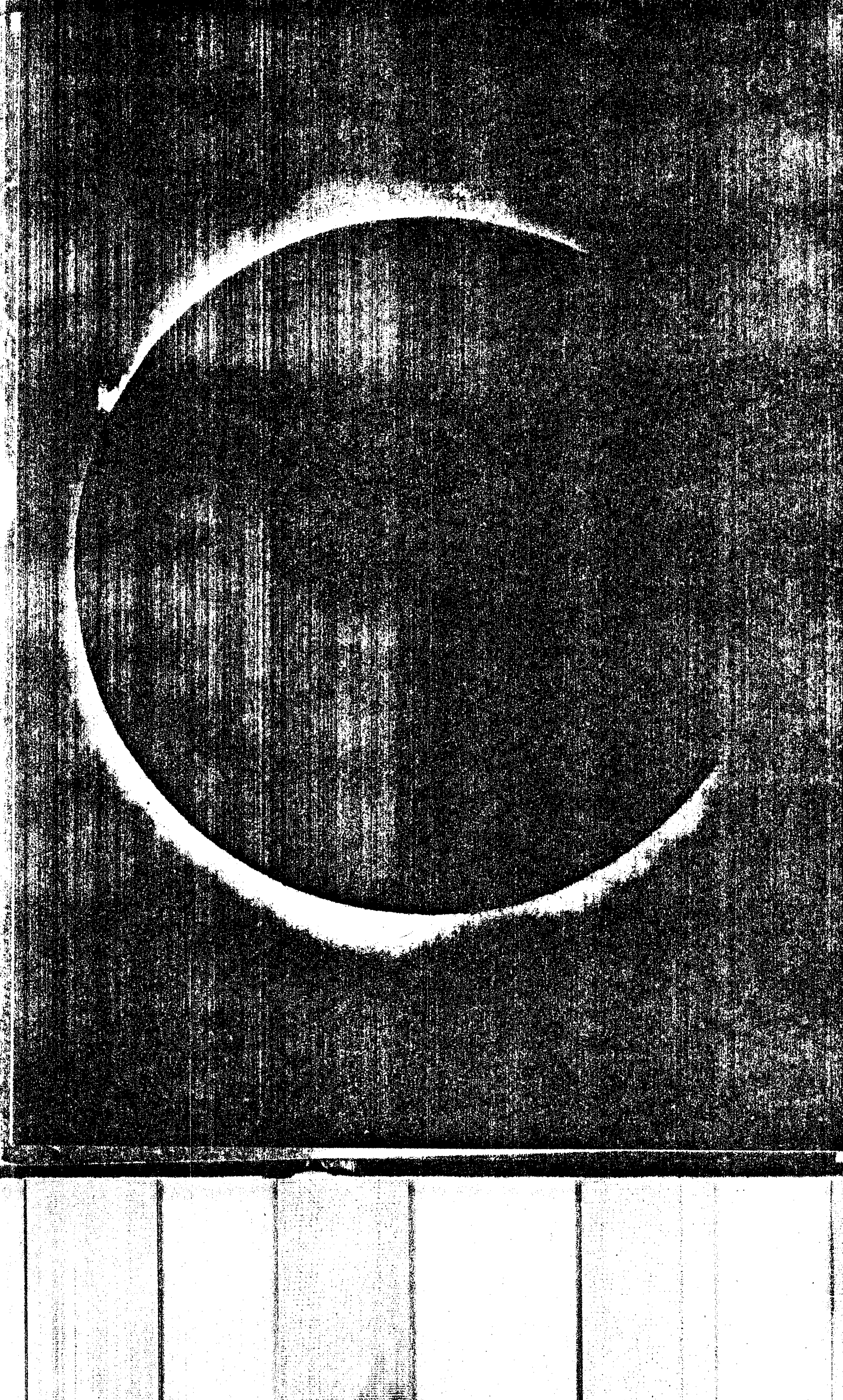
الا أنه يتضح أن تقلص الشمس اذا كان يحدث فعلا فان الطاقة المنبعثة لاتزيد عن ١٪ من الطاقة الكلية المنبعثة حاليا واذا كان هذا هو المصدر الوحيد للطاقة في الشمس فان عمرها لم يكن ليزيد عن ٢٠ مليون سنة .

أن عدم استطاعة العلماء تفسير مصدر الطاقة من النجوم في ضوء امكانية المصادر الاخرى المادية التقليدية للطاقة جعلهم يقترحون وجود تفاعلات نووية تحدث في النجوم وتكون مصدر لهذا القدر العضيم من الطاقة . فمن المعلوم أنه في التفاعلات النووية الطارده للحرارة يتحرر قدر هائل من الطاقة أثناء التفاعل .

واذا تحول جرام واحد من المادة الي طاقة خلال التفاعلات النووية الطاردة للحرارة مثلا فانه تتحرر طاقة حوالى 10^{20} أرج وحتى ولو أفترض أن الجرام الواحد من الشمس عندما يشترك في تفاعلات نووية ينشاء عنه قدر ضئيل وليكن ٢ أرج / الثانية لكان هذا كافي لتمدنا الشمس بهذا القدر الهائل من الطاقة على مدى 10^{11} سنة .

لذلك اعتبر العلماء أن التفاعلات النووية الطارده للحرارة والمصدر المناسب لطاقة النجوم وتحولت المشكلة لايجاد التفاعلات النووية و التفاعلات النووية التى يمكن أن ينبعث عنها هذا المعدل الهائل من الطاقة المنبعثة .

****



من النجم تحت الظروف المختلفة من درجة الحرارة والكثافة داخل النجم والتي تتفق مع المعلومات المتاحة عن التركيب الكيميائي للنجم وتنقسم النجوم من حيث درجة لمعانها ووضوحها والطيف للاشعاعات المنبعثة عنها ولونها اذا سجل في رسم بياني فيتضح وجود أواصر عائلية حافلة بالدلائل بين النجوم . ففي الشكل ( ) وضعت النجوم اللامعة قرب اعلى المستطيل المقسم الى الوان قوس قزح . ووضعت النجوم المعتمة في اسفل المستطيل كذلك وضعت الزرقاء الساخنة الى اليسار والنجوم البيضاء والصفراء متوسطة السخونه في الوسط والنجوم الباردة الحمراء الى اليمين . ويسمون النجوم الزرقاء بالنجوم (العادية) التى تكون علاقة اللون والمعان والحجم مولائمة للنجوم التى تتبع بصحة جيدة . ويتدرج فى هذا الخط اكثر النجوم الموجودة فى السماء وهو معروف للفلكين (بخط التتابع الرئيسي) وهناك انواع شته من النجوم غير العادية فهناك اسرة تسمي (بالعمالقة الحمراء) وهي تعتبر عادية لان اعضائها يطلقون من الضوء اكثر كثيرا مما ينبغي لنجم احمر صغير ومعنى هذا أنها اكبر بكثير مما ينبغي لنجم احمر عادي ، ومكان هذا النجم فى الرسم هو داخل القسم الاحمر الى اليمين وعلى علو مرتفع بقدر كاف حيث ان لمعانها يزيد على لمعان الشمس بمئة ضعف تقريبا .

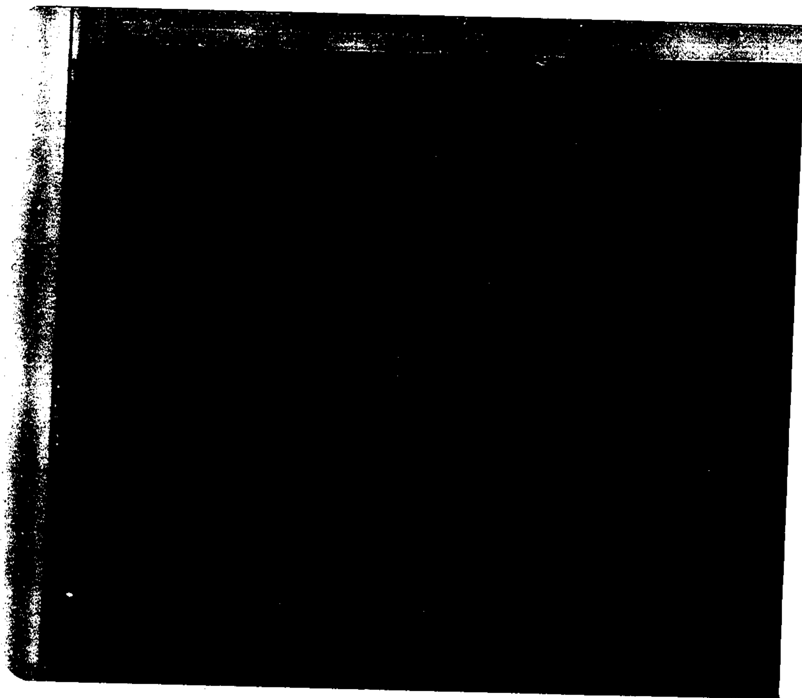
وهناك اسرة ذات الوان متراوحة تتكون من نجوم اكثر لمعان أي ان حجمها لابدأن يكون اكبر حتى من حجم العمالقة الحمراء . وتسمى هذه الاسرة (بالعمالقة الكبرى) ويلتي مكانها فى اعلى الرسم البياني حيث انها جميعا ذات لمعان يزيد على لمعان الشمس بعشرة الاف الضعفو وهناك اسرة أخيرة تتكون من نجوم صغيرة معتمة تعرف (بالاقزام البيضاء) وهي ضئيلة الى درجة انها لابدأن تكون حمراء . ومع ذلك فان اكثرها فى الواقع ابيض أو اصفر وهذه النجوم نجوم منكمشة . لان التفاعلات النووية التي كانت تتم فى قلوبها قد توقفت ولما يعد فيها من الطاقة مايلزم لمقاومة سحق الجاذبية وهي نجوم تحتفر وكثافتها شديده وسطوحها ساخنة بدرجة غير عادية لان حجمها الصغير يحد من مساحة السطح الذي يحدث منه الاشعاع .

أن الحقائق الطبقية تتعلق بدرجة حرارتة الفعالة التي عندها يشع الطاقة ودرجة الحرارة الفعالة تعتبر مقياس للاشعاع الكلى المبتعث من وحدة المساحات من النجم . effective temperature

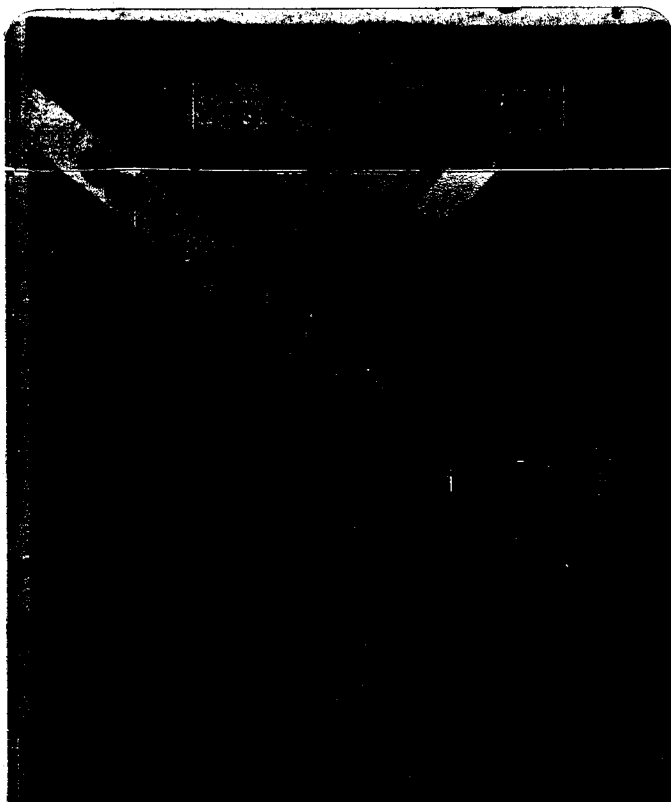
الشمس تعتبر مثال لفئة من النجوم تعرف باسم نجوم التتابع الرئيسي Main sequence stars

درجة الحرارة الفعالة لسطح الشمس حوالي ٦٠٠٠ درجة مطلقة 600 K

ودرجة الحرارة الداخلية يمكن ان تصل الى ٢٠ مليون درجة مطلقة 20×10^{7} K



شـــكـل (٣)



شـــكـل (٤)

التتابع الرئيسي لها درجة حرارة فعالة تتراوح من ٢٠٠٠ درجة مطلقة إلى ٥٠ ٠٠٠ درجة مطلقة • وكثافاتها تتراوح مابين ١/٢٠ وعشرة مرات كثافة الشمس وبالاضافة الى نجوم التتابع الرئيسي توجد نجوم الاقزام البيضاء والعمالقة الحمراء •

Variables , novae

الاقزام البيضاء لها اكبر كثافة ممكنة فهي ١٠٠ ألف مرة مثل الشمس ولكنها تكون باهتة جدا فلها اقل درجة لمعان •

العمالقة الحمراء لها اقل كثافة واعلا درجة لمعان • والنجوم (المتغيرة

The variable stars

في درجة لمعانها ودرجة حرارة سطحها وهذه التغيرات قد تكون دورية أو غير منتظمة وأخيرا توجد نجوم النوفا أو فوق النوفة والتى تبدي زيادة كبيرة مفاجئة في درجة لمعانها

luminosity

ويوجد تغير وتنوع كبير بالنسبة للظروف الداخلية بين الانواع المختلفة من النجوم في درجة حرارتها كثافتها ـ الضغط ـ التركيب الكيميائي • ولذالك من الممكن أن يكون هناك أكثر من ميكا نزم (mechanisms) لتوليد الطاقة . عمليات نووية يمكن أن تحدث في انواع مختلفة من النجوم • وهنالك اكثر من سلسلة من التفاعلات التي يمكن ان تكون مسولة عن انتاج الطاقة في النجوم والشمس تعتبر النجم الذي حضي باكبر معرفة وباكثر فهم من الانسان •
والطاقة المنتجة كما حسبة في التفاعلات النووية المقترحة تتفق مع النتائج التي قدمتها لنا الابحاث الفلكية •و

ويمكن القول أولا أن التفاعلات النووية الانشطارية للعناصر الثقيلة لا يمكن أن تمدنا بهذا القدر الهائل من الطاقة المنبعثة من الشمس لان وفرة التركيز كمية هذه العناصر في الشمس قليلة جدا الى الحد الذي لايمكن معه أن يحقق معدل انبعاث للطاقة الشمسية المعروفة على مد عمرها المتعاظم •
يمكن القول اولا ان النشاط ذوي العناصر الثقيلة لايمكن أن يكون مصدر لطاقة الشمس لان هذه العناصر لاتتواجد بوفرة في الشمس وانهما تتواجد بنسبة ضئيلة جدا لايفسر معها الطاقة الهائلة المنبعثة من الشمس وعلى هذا المى السحيق من اعمرها بينما العناصر الخفيفة تتواجد بوفرة جدا في الشمس والهيدروجين والهاليوم معا تكون حوالي ٩٠ ٪ من الوزن من مادة الشمس •

ونسبة الهيدروجين تقريبا تساوي نسبة الهليوم ومن التركيب الكيميائي يبدو على الارجح أن العمليات النووية للشمس يجب أن يشترك فيها الهيدروجين والهاليوم والخصائص النووية لهذه العناصر تدعم هذه الفكرة • نفرض مثلا ان ٤ بروتون يمكن ان تتحد لتكوين نوات هليوم

هذه العملية طاردة للطاقة (exothermic) كما يبدو من الحسابات الاتية ؛
الكتلة الذرية لعدد ٤ ذرات هيدروجين (٤نوى) يساوي

4.13258 a.m.u

كتلة ذرة الهاليوم نوات ذرة الهليوم

4.00387

0.02871 amu

الفرق في الكتلة يساوي

الفرق في الكتلة معبرا عنه بوحدات الطاقة يساوي

26.7 mev

وهذا يساوي

42.7 mev $\times 10^{-6}$, erg .

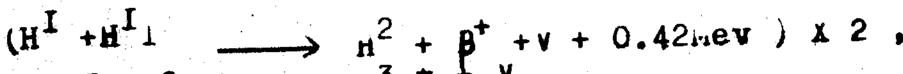
وعلى هذا حوالى 10^{-5} أرج يمكن ان ينتج من احتراق كل بروتون وحيث ان ١ جرام من مادة الشمس يحتوي على 2×10^{23} بروتون فان مقدار الطاقة التى يمكن الحصول عليها سيكون حوالي 2×10^{18} erg وهذا القدر من الرتبة order التي يحتاج اليها لتغير مصدر طاقة الشمس . أن امكانية 4 بروتون لتكوين نواة هليوم تكاد تكون منعدمه لان احتمال مثل هذا التفاعل النووي ضئيلة جدا في الظروف المعروفة في باطن الشمس ويبدو على الارجح أن بروتونات تتشكل في نواة هليوم عن طريق سلسة من التفاعلات النووية بمعنى أن يكون لدينا دورة تفاعلات نووية تؤدي الى تكوين الهليوم cyclic nuclear reaction

أن معادلات التفاعل تعتمد على النواة الموجودة في وحدة الحجوم وكذلك على درجة الحرارة وكلما ارتفعة درجة الحرارة كلما كانت الحركة الحرارية لدقائق أسرع وكلما زادت طاقة التصادم وازداد ترددها (عدد مرات التصادمات في الثانية) أن درجة حرارة النجوم التي تتراوح بين عشرة و عشرين مليون و الطاقات الحركية المصاحبة للحركة الحرارية هى في خدود 1 Kev بينما هي $\frac{1}{40}$ ev دقائق عند درجة حرارة الغرفة room temperature كما ان النواة فى الجزء الداخلي من الشمس يفترض ان سرعتها تتوزع حسب توزيع مكسويل الاحصائى وطاقة كل منها تساوي kT وهي في حدود 1Kev

ثابت بلتيزمان .

ان التفاعلات التي تحت هذه الشروط تسمى تفاعلات نووية حرارية .

و هناك فئتان من هذه التفاعلات النووية الحرارية يقترح انها مصدر طاقة للشمس وطاقة باقي النجوم في التتابع الرئيسي احدى هذه الفئات هو ما يسمى سلسلة البروتون - بروتون ويتضح فيما يلي :

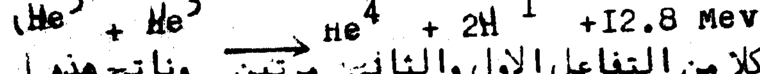


$$(H^1 + H^1 \longrightarrow H^2 + \beta^+ + \nu + 0.42\,mev) \times 2 ,$$



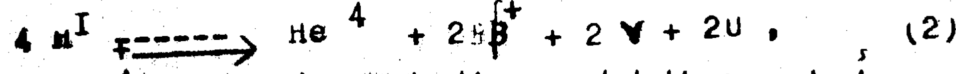
$$(H^1 + H^2 \longrightarrow He^3 + \nu + 5.5\,mev) \times 2 ,$$

(I)



$$(He^3 + He^3 \longrightarrow He^4 + 2H^1 + 12.8\ Mev$$

ولكي يتم التفاعل الثالث يجب ان يحدث كلا من التفاعل الاول والثاني مرتين وناتج هذه التفاعلات تمثله المعادلة الاتية :



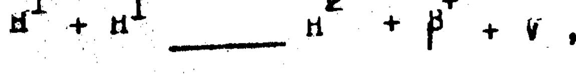
$$4H^1 \longrightarrow He^4 + 2\beta^+ + 2\nu + 2U , \quad (2)$$

وكمية الطاقة الكلية التي تحرر أثناء هذه السلسلة من التفاعلات يساوي 26.7 MeV كما حسبت سابقا فاذا طرحنا الطاقة الحركية للنيترينوات الناتجة فان الطاقة تكون 26.2 MeV اما البيزترونات المنبعثة فانها تتلاشى باتحادها مع الالكترونات حرة وينتج من هذه العملية اشعاعات جاما .

وهناك سلسلة اخرى هى سلسلة (بروتون بروتون) وتتكون من التفاعلات الاتية

شكل (٣ب)

I



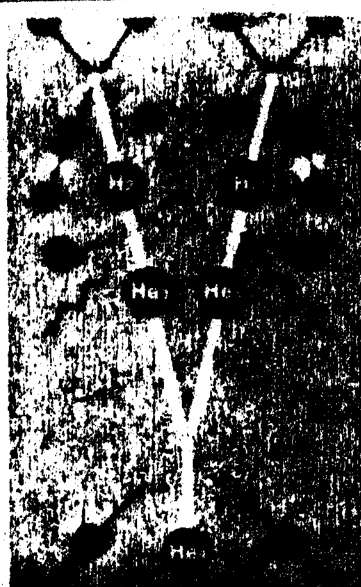
$$H^1 + H^1 ___ H^2 + \beta^+ + \nu ,$$



$$H^1 + H^2 ___ He^3 + \nu ,$$



$$He^3 + He^4 ___ Be^7 + \nu ..$$



(أ)

دورة البروتون – بروتون هي التفاعل النووي الذي يعطي الشمس قوتها . وتقتصر هذه الدورة على النجوم الباردة نسبياً ، وبصفة خاصة العمالقة الحمراء بدرجات حرارة مركزية تتراوح بين مليون وعشرة ملايين درجة مئوية . أما النجوم التي تزيد حرارتها عن ذلك (الصفحة المقابلة) ، فتتم تفاعلاتها بصورة مختلفة . ونوى الهيدروجين التي تفقد استقرارها بفعل الحرارة والضغط في دورة البروتون – بروتون تتحول إلى هليوم مركز وإلى طاقة . وكان يمكن أن تكون الدورة بطيئة بشكل خيالي ، لو أن عدد الذرات الداخلة في هذه العملية كان قليلا ، ولكن الذرات في الشمس كثيرة إلى درجة تجعل النشاط مستمراً وواسع النطاق بدرجة هائلة .

تبدأ الدورة بالنسبة لأي بروتون حين يصطدم مع بروتون آخر ، وهو أمر يحدث كل ٧٠٠٠ مليون سنة . وينتج من هذا التصادم ديوتيريوم ونيوترينو ينطلق في الفضاء ، وبوزيترون لا يلبث أن يقضي على إلكترون ثالث .

وبعد ثوان قليلة تصطدم نواة الديوتيريوم ببروتون آخر ، وينشأ عن هذا التصادم نواة من الهليوم ٣ وانفجار لأشعة جاما (الأسهم المتموجة) .

بعد ٤٠٠٠٠٠ سنة تصطدم نواة الهليوم ٣ بنواة هليوم ٣ أخرى ، وينتج من هذا التصادم نواة من الهليوم الخامد وبروتونان . وهذان البروتونان يستطيعان الآن أن يبدآ دورة البروتون – بروتون من جديد .

مفتاح الرموز

بروتون : جسم كبير موجب الشحنة
الكترون : جسم ضئيل سالب الشحنة
[illegible] : جسم ضئيل موجب الشحنة
[illegible] : جسم ضئيل لا شحنة له
[illegible] : قلب الذرة المركزي



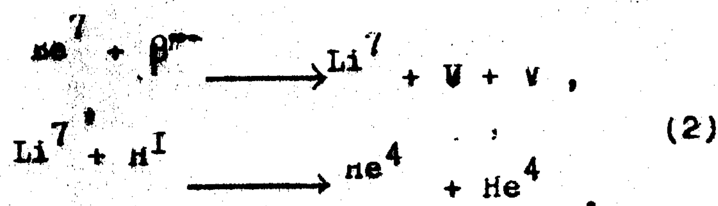
(ب)

دورة الكربون – نيتروجين ينتج عنها هي الأخرى تكوين الهليوم والموت المحتم للنجم الذي تحدث فيه . وهي تتم في النجوم الساخنة التي تبلغ درجة حرارتها المركزية على الأقل ٣٠ مليون درجة مئوية . ولكي تكتمل الدورة لابد لها من سبعة ملايين سنة بالمقارنة بسبعة آلاف مليون سنة للدورة البروتون – بروتون الأكثر برودة .

بعد ٢,٥ مليون سنة يصطدم بروتون من البروتونات (انظر مفتاح الرموز في الصفحة المقابلة) نواة كربون (١٢) . وتمتص نواة الكربون البروتون وتحوله إلى نواة نيتروجين ١٣ ، وتبث طاقة في شكل أشعة جاما . والنيتروجين ١٣ غير مستقر ، وهو يتحول بسرعة إلى كربون ١٣ وينتج عنه نيوترينو واحد ينطلق في الفضاء ، وبوزيترون واحد يقابل في النهاية إلكتروناً تائهاً ، ويحطم البوزيترون والإلكترون أحدهما الآخر على الفور .

خلال الدقائق العشر التالية يصطدم بروتون من البروتونات الكربون ١٣ الجديد ويحوله إلى نيتروجين ١٤ الذي يبعث منه شعاع جاما . وبعد أربعة ملايين سنة يصدم بروتون آخر النيتروجين ١٤ ، ويحوله إلى أوكسجين ١٥ ينبعث عنه أيضاً شعاع من أشعة جاما . ويتحول الأوكسجين ١٥ غير المستقر إلى نيتروجين ١٥ في خلال دقائق ويصدر عنه في نفس الوقت نيوترينو واحد لا يلبث أن يضيع في الفضاء ، وبوزيترون واحد يلتقي ثانية بإلكترون فيفني أحدهما الآخر .

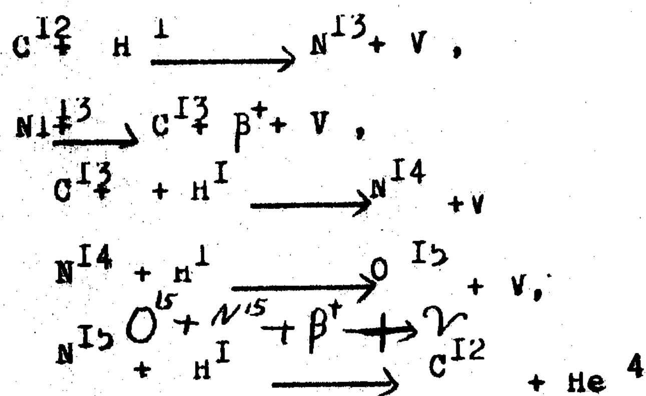
وبعد حوالي ٢٠ سنة يصدم أحد البروتونات النيتروجين ١٥ فيشطره إلى نواة واحدة من الهليوم ونواة واحدة من الكربون ١٢ ، وتترك هذه الأخيرة حرة لبدء الدورة من جديد .





ويعنى ان السلسلة الاولى (1) تكون هي الاساس عند درجات الحرارة المنخفظة وهذا يقابل الدرجات في الشمس عند بداء تكوينها اما السلسلة (ا) فهي الاساس والاكثر اهمية في الشم الشمس وفي حالتها الحاضرة حيث تكون درجات حرارة الجزء المركزي اعلا كما ان تركيز الهليوم He^4 لان فيها اكبر انتاج نوات هليوم من ٤ بروتونات هو مثال لعملية تسمى الاندماج النووي والتي فيها ينتج عنصر ثقيل من واحد أو اكثر من العناصر الاخف منه

وعندما تحدث عملية الاندماج بين العناصر خفيفة فان الطاقة عادة تتحرر لان كتلة النواة الناتجة تكون اقل من مجموع النوى المندمجه وهناك فئة اخرى من التفاعلات والتي تعرف باسم دورة (كربون -نيتروجين) والتي افترضها العالم (بيث Bethe) يفسر انتاج الطاقة في الشمس وغيرها من نجوم التتابع الرئيسي ولقد بين (بيث Bethe) ان تفاعلات التي تبدا بعناصر Li , Be, B , C, N , F ليثيم وبريليوم - برون - كربون نيتروجين - وفلورين : ولها متوسط زمني ل تفاعلات يقل عن 10^{9}_{yer} ويجب استعاده بينما المعدلات لانتاج الطاقة المحسوبة والتي تنتج عن الاكسجين - النيون - المغنيزيوم O , Ne , Mg, وغيرها من العناصر الخفيفة تكون صغيرة جدا و لكن التفاعلات التي يشترك فيها الكربون وا والنتروجين وجد ان لها خاصية هامة بمقتضاها يمكن ان يشترك في دورة تفاعلات ولكن يعاد ظهوره اثنائها مرة اخرى وكتان نوى هذين العنصرين لم يستخدما فيها بمعنى انه يعاد تولده خلال دورة التي اشترك فيها هذه النوى تعمل في هذه الحالة كعامل مساعد catalysts في سلسلة من التفاعلات التي يتحول 4 بروتون الى نوات هليوم مع تحرر طاقة مقدارها 26Mev وتتابع هذه التفاعلات كالاتي :



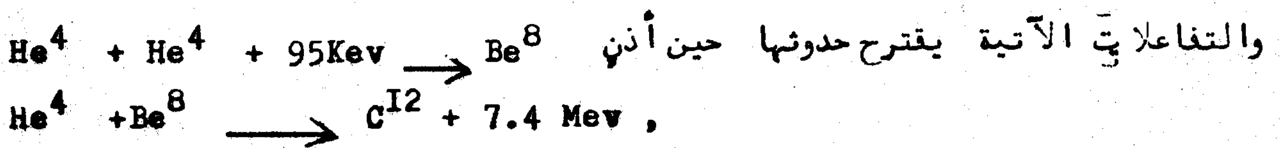
أن المتوسط عمر الهيدروجين في الدورة ككل يتغير بسرعة بتغير درجة الحرارة ولكنه في المدى الصحيح للشمس وغيرها من النجوم التتابع الرئيسي •

ولسنوات عدة كانت يعتقد أن دورة (الكربون ـ نيتروجين) (C _ N) هي المسئولة تقريبا عن انتاج الطاقة في النجوم جميعا •• ولكن بسبب ما تم الحصول علية من انتائج في الطبيعة النووية فان سلسلة البروتون هي الآن التي تعتبر الاكثر اهمية في الشمس عن دورة الكربون انظر الشكل (٢ ب)

ويظن ان دورة الكربون ينتج عنه طاقة أكثر في نجوم التتابع الرئيسي التي تكون إكثر لمعانا من الشمس وفي تلك النجوم التي تكون درجة الحرارة المركزية اعلى منها في الشمس بينما سلسلة البروتون هي الاكثر أهمية في نجوم التتابع الرئيسي الاقل لمعان من الشمس تفاعلات اخرى نووية يقترح انها مصدر الطاقة في النجوم التي تختلف كثير عن الشمس ومن المحتمل وجود نجوم تشبة الشمس الا انها تمتاز بدرجة لمعان عالية ومعدل تحويل الهيدروجين الي هليوم كبير الي الدرجة انها تكون الآن قد استنفذت الاحتياطي لديها من الهيدروجين • نجوم من هذا النوع يتوقع ان أن يحدث لها انكماش بسبب الجاذبية حتي تصبح كثافتها المركزية ودرجة حرارتها عظيمة جدا قد تصل الي ($T = 2x10^8$ °K)

200 مليون درجة مطلقة $T = 200x10^6$ °K

والتفاعلات الآتية يقترح حدوثها حين أذن



$$He^4 + He^4 + 95Kev \longrightarrow Be^8$$
$$He^4 + Be^8 \longrightarrow C^{12} + 7.4\ Mev ,$$

عندما تنتج نواة كربون C^{12} يمكنها أن تشترك في ا تفعلات نووية آخر (α, γ) معدلية نواة اكسجين (O^{16}) وحوالي (7Mev) طاقة • وهكذا وبهذه الطريقة فان التفاعلات الاندماجية بين نوى الثقل من الهاليوم يمكن أن ينتج عنها طاقة في بعض النجوم •

****

NUCLear Physics / irving K aplan

SECOND EDITION

p.p P(666_670)

الكــون / بقلم دافيد برجا ميني.

التعريب : دار الترجمة والنشر لشئون البترول

لايف ـ المكتبة العلمية ص ٨٤ـ ٨٧

اقــدار النجــوم

تتفاوت درجة لمعان النجوم في السماء للناظر اليها من الارض، ولان عامل البعد عن الكواكب الارض يؤثر في درجة هذا اللمعان ،فالنجوم القريبة منا ربما تبدو أكثر لمعانا من البعيدة عنا . وعلى العكس ،فالنجوم البعيدة يضعف لمعانها لكبر المسافة بيننا وبينها -

وقد اتفق العلماء على تسمية بريق النجوم أو شدة لمعانها باقدار النجوم وقدقسموا النجوم التي يمكن رويتها سواء بالعين المجردة او بالتلسكوب الى ٣٣ قدرا ، ونحن لانستطيع أن نرى بالعين المجردة الا النجوم التي تنتمي الى القدر السادس فقط . فاقل النجوم خفوتا - والتي يمكن رويتها بالعين المجردة تعتبر من القدر السادس ، أما التي من القدر الخامس تزيد لمعانها عنها بمرتين ونصف تقريبا ، والتي من القدر الرابع اشد لمعانا من سابقتها في القدر بمرتين ونصف ايضا وهكذا .

وبذلك يمكن تقسيم أقدار النجوم على النحو التالى :

قدر النجم	نسبة اللمعان
القدر الاول	٠٠ر ١٠٠
القدر الثاني	٨٠ر ٣٩
القدر الثالث	٨٥ ر ١٥
القدر الرابع	٣١ ر ٦
القدر الخامس	٥١ ر ٢
القدر السادس	٠٠ ر١

ويتضح من هذا الجدول أن النجوم التي من قدر معين ،تزيد لمعانا عن النجوم في القدر التالي بحوالى ٥ ر٢ مرة . فنجوم القدر الاول تزيد ١٠٠ مرة فى اللمعان عن انجوم القدر السادس ،أي أنه كلما قل القدر زاد اللمعان

انظر الصورة رقم (   )

نفس المرجع السابق

تقسيم النجوم

والنجوم بوجهعام ليست متشابهة

ولذلك قسمت الى عدة أنواع منها :-

١) النجوم فوق العملاقة SUPer G iants

ويطلق عليها الفلكيون اسم (العمالقة العليا) أو (المردة الكبرى) وهي اكبر النجوم حجما كما انها اكبر الوحدات الكونية المفردة المعروفه لنا حتى الوقت الحاضر ،وهي حمراء اللون وتعتبر من اقل النجوم حرارة بوجه عام ،وبعضها يتسع في حجمه بحيث يستطيع أن يحتوي في باطنه على اكثر من ٣٠ مليون نجم في حجم الشمس ،التي تتسع بدورها لاكثر من مليون كوكب مثل كوكب الارض- ويزيد ضوء بعض النجوم فوق العملاقة آلاف المرات على ضوء الشمس ،ويبلغ قطر البعض منها ستة آلاف مليون كيلو متر ،ومن امثلة هذا النوع من النجوم أبط الجوزاء .

٢) النجوم العملاقة :- Giants

وهي اقل حجما من النوع السابق ،كما انها حمراء مثلها ولذلك كثيرا ما يطلق عليها اسم العمالقة الحمر Red giants (المردة الحمر ، ويبلغ متوسط أقطارها نحو ٢٩ مليون كيلو متر ومن امثلتها نجم العيوق .

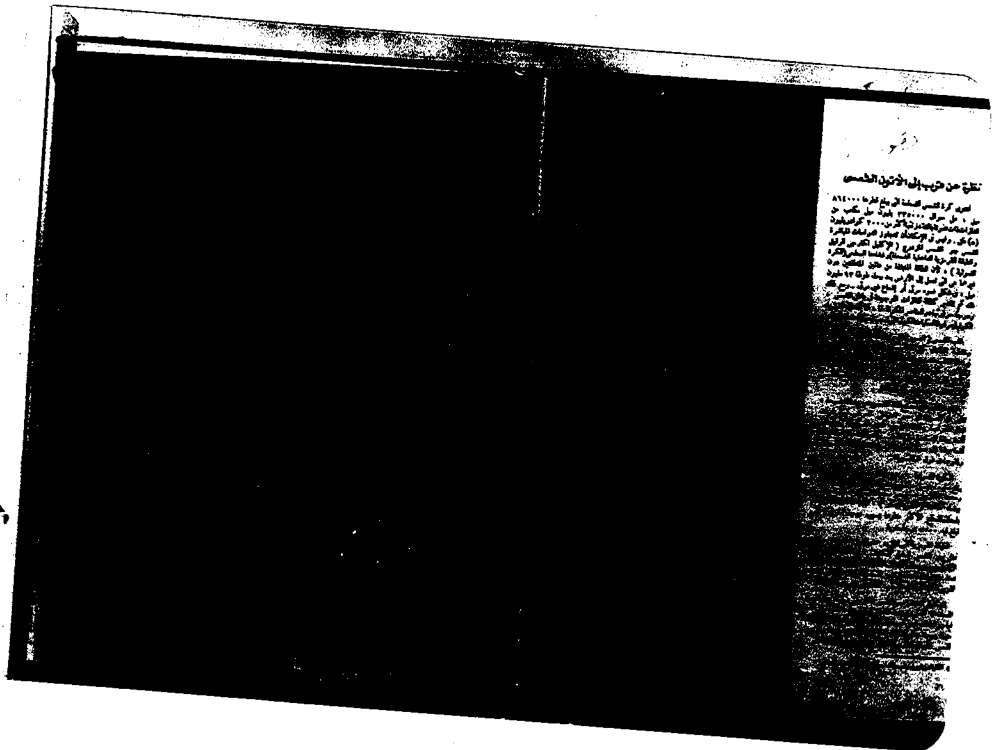
٣) نجوم التتابع الرئيسي main Sequence

وهي تسمى أيضا النجوم المتوسطة أو(نجوم المنظومة الرئيسية ، و هي اقل حجما من العمالقة الحمر ، ومنها نجمنا الشمس ،وهي نجوم متقاربة في صفاتها من حيث اللون واللمعان والحجم وهذه المجموعة من النجوم تكون الأغلبية العظمى في السماء ، اذ تبلغ حوالى ٨٠٪ من مجموع النجوم كلها ، واذا اخذنا شمسنا مثالا لهذه الطائفة من النجوم ،استطعنا أن نقول أن أقطارها تبلغ حوالى مليون و٣٦٩٠٠ ألف كيلو متر في المتوسط . انظر الصورة

٤) النجوم الاقزام Dwarfs

وتسمى غالبا الاقزام البيضاء White Dwarfs ،وهي أصغر النجوم حجما وأكثرها كثافة ،ولا تتجاوز أقطار بعضها ٦ الاف كيلو متر ، ولكن العجيب في أمرها أن كتلتها مركزة تركيزا هائلا ، وأن كثافتها تقدر بمليون مرة قدر كثافة الماء ،ومن امثلتها نجم الشعرى اليمانية ب .

الكون / بقلم : دافيد برجل مينى
التعريب : دار الترجمة والنشر لشئون البترول
لايــف المكتبة العلمية



تطلع من قريب إلى الأتون الشمسي

شكل (٦)

بسم الله الرحمن الرحيم

الشمــــــس كنجم :ـ

أن شمسنا هي فى حقيقتها نجم وان كان نجم ضئيل الحجم ان كتلة الشمس أكبر من الارض ٣٣٣٠٠٠ مرة وتزن الشمس نحو ٢×١٠٣×١٠١٢×١٠١٢ طـن ويعادل حوالي ٩٩٫٨٧٪ من مجمل كتلة النظام الشمسي باجمعيها ويبلغ قطر الشمس حوالي ١٫٤ مليون كيلو متر ٠

اما المسافة بين الارض والشمس فتبلغ حوالي ١٥٠ مليون كيلومتر وتبلغ درجة حرارة الشمس فى مركزها حوالي ٢٠ مليون درجة كلفن اما درجة حرارة الطبقة الخارجية فتبلغ ٦ الالف درجة كلفن ولا تكون درجة حرارة الطبقة الخارجية متجانسة فلو نظرنا الى توزيع درجة حرارة قرص الشمس تبين ان درجة حرارة مركز القرص تبلغ حوالي ٦٨٠٠ درجة كلفن بينما تصل على الاطراف الى حوالي ٥٠٠٠ درجة كلفن ٠ وتعتبر طبقة الفوتسفير مصدر الاشعاع الرئيسي من الشمس وتبلغ درجة حرارتها حوالي ٦ الالف درجة كلفن ٠ تشع الشمس طاقتها بمعدل ٣٫٨٥ ×١٠٢٣ كيلو وات تستقبل الارض منها حوالي ١٫٨×١٠١٤ كليووات (انظر الشكل المرفق)

ولو كانت الارض تزن مجرد اوقية واحدة لكانت الشمس اكثر من عشرة أطنان ونحن ندرك الشمس لانها تضئ ٠ ويقطع نور الشمس ٩٣ مليون ميل عبر الفضاء فى اكثر بقليل من ثماني دقائق لانه اشعاع كهرومغناطيسي يسير بسرعة الضوء ويشغل معظم هذا الاشعاع مساحة من الطيف يتراوح طولها الموجي من ٢٥ ر ٠ ميكرون حتى ٣ ميكرون ٠ ويقطع ٩٪ منه فى المنطقة المنتهية القصر وغير المتاورة الخاصة بالاشعاع فوق البنفسجي ٠ ويشكل ٤٠٪ منه الضوء المنظور الذى نستفيد منه فى الرؤيا ٠ ويمثل الباقي وهو ٥١٪ الاشعة تحت الحمراء او الموجات الطولية (تعتبر الاشعة تحت الحمراء السبب فى حرارة الشمس) (انظر الشكل المرفق) (٦)

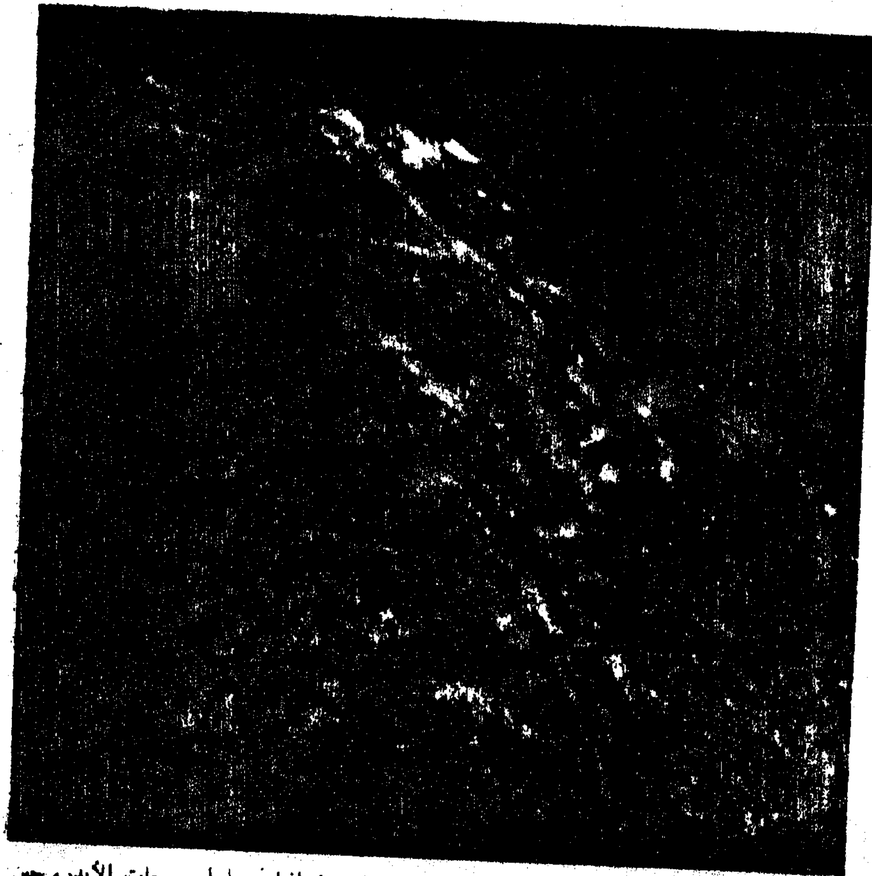
أن تحول الايدرجين الى هيليوم الذى به تعمل الشمس باستمرار على تحويل مادتها الى طاقة مشعة يتم عند درجة حرارة تقدرية مقدارها ٣٠ مليون درجة فهرنيت ٠ وان هذا ابعد فى شدة الحرارة من ان يسمي احتراقا او اى تفاعل اخر مالوفا لنا ٠ ومن المعتقد ان هالة الشمس تصل الى درجة حرارة الى نحو مليونين من الدرجات الفهرنيتية (انظر الصورة) (١)

يستهلك جيم من الاندماج الذى يتم داخل الشمس ١٤٠ تريليون طن من كتلتها كل عام مما ينتج عنها ثلث الكمية المحسوسة من الطاقة الشمسية التى تصطدم بالارض ويقدر مقدار الطاقة الشمسية المتوسطة التى تصل الى الغلاف الجوى للارض من الشمس باثنين من السعرات لكل سم٢ لكل دقيقة وهما يعرف بالثابت الشمسي ٠

ألعاب نارية في جو الشمس

يتكون سطح الشمس من كتلة مضطربة من الغازات الساخنة والجسيمات تحت الذرية . ويزيد متوسط درجة حرارته على ٥٠٠٠ درجة مئوية . وتمزق الشمس دوامات مروعة تحدث فى جوفها ، وتفور هذه الدوامات إلى أعلى ، وتظهر على شكل بقع شمسية . كما تسبب الانفجارات الشاهقة التى تعرف بالنتوءات . وتتخذ النتوءات صوراً عدة ، وأصغرها التى تسمى بالأشواك ، لاتدوم أكثر من خمس دقائق تقريباً ، ولايزيد ارتفاعها على آلاف قليلة من الكليو مترات . وهى كثيرة لدرجة أن المرء إذا نظر فى أى وقت من الأوقات إلى الشمس ، وجد منها ما لا يقل عن ٢٠٠٠٠ نتوء . وأروع من هذه بكثير أشكال باهرة أخرى تسمى الحلقات والأقواس ، وقد تصعد هذه الأشكال إلى ارتفاع نصف مليون ميل أو أكثر ، وقد تدوم أربع ساعات .

ولا يعرف عن هذه النتوءات إلا القليل . رغم أن المعتقد أنها إنفجارات لغاز شديد الحرارة جداً ، ينطلق إلى أعلى كموجات صادمة تنشأ بالتنبض من جوف الشمس . وبعض النتوءات يمكن رؤيته وهو يرتفع فى الجو . ويبدو بعضها الآخر وهو يشتعل عالياً ثم يعود ملتهباً فى اتجاه الشمس . وكثير من النتوءات مرتبط بالبقع الشمسية وبعضها — بطريقة لم يمكن تفسيرها — لا صلة له بها .



سطح الشمس المضطرم، وقد تم تصوير هذا اللوح فوتوغرافيا فى طول موجات الأيدروجين الحمراء فى مرصد مونت ويلسون عام ١٩١٥ . وتسمى الفتيلتان الشريطيتان الداكنتان بالتدفقين، وهما إذا نظر إليهما من الجنب (الصورة إلى اليمين) تبدوان كنتوءات شمسية .

قوس متفجرة ، وهى واحدة من أكبر الانفجارات الشمسية التى سجلت فى أى وقت من الأوقات ، تم تصويرها (إلى اليمين) فى يونيو (حزيران) سنة ١٩٤٦ ، بعد أن كان قد مر على حدوثه ساعة ، وقد ظلت هذه القوس مرئية أكثر من ساعتين ، وامتدت إلى قرابة مليون ميل فى الفضاء قبل أن تختفى .

نتوءان متوهجان ... (إلى اليمين) ، والآخر ... (إلى اليسار) ، وقد ...

الفوتوغرافية في مرصد جامعة كولورادو . ويبلغ ارتفاع أكبر النتوءين ٢٥٠٠٠٠ ميل.



نتوء حلقي ارتفاعه ١٠٠٠٠٠ ميل ، تم تصويره من مرصد قمة جبل سكرامنتو . ومن المعروف أن هذا النوع من النتوءات مرتبط ببقع الشمس . وقد تتبع تقوساته السلسة بطريقة مرئية خطوط القوة المغناطيسية غير المرئية ، التي تصاحب هذه العلامات العابرة على سطح الشمس .

الثابت الشمسي *

يعرف الثابت الشمسي بانه كمية الطاقة الساقطة في وحدة الزمن علي وحدة مساحة متعامده مع الشعاع الشمسي وواقعة على الغلاف الجوي المحيط بالكرة الارضية وامكن حساب قيمة الثابت الشمسي وذلك باعتبار الشمس جسما اسود على درجة حرارة ٦ آلاف درجة كالفن ونتيجة لهذه الحسابات ينتج ان قيمة الثابت الشمسي تبلغ ١٦٠٠ واط على المتر المربع ، غير ان القياسات العملية التي أجريت بواسطة المركبات الفضائية تعطى قيمة اقل من تلك القيمة الحسابية أذ تبلغ القيمة العملية ١٣٥٣ واط على المتر المربع ويعزى الفرق بين القيمتين الى ان القيمة النظرية تقوم على اعتبار الشمس جسما اسود ذا درجة حرارة متجانسة بينما هي في الواقع غير ذلك .

وتتغير قيمة الثابت الشمسي حسب المسافة بين الارض والشمس كما هو معلوم يتخذ مدار الارض حول الشمس شكلا بيضيا مما يؤدى الى تغير المسافة بينهما تبلغ المسافة بين الارض والشمس حوالى ١٫٤٧ مليون كيلو متر واما فى أوائل يوليو فانها تبلغ حوالى ١٫٥٢ مليون كيلو متر ونتيجة لذلك فان قيمة الثابت الشمسي تتغير بحوالى ٣٫٥ ٪ مابين أوائل يناير واوائل يوليو حيث تكون قيمة الثابت الشمسي اعلى فى أوائل يناير عن معدلها الوسطى ١٣٥٢ واط على المتر المربع ويطلق على النقطة التى تكون فيها الشمس قريبة من الارض نقطة الرأس (الحضيض Perihelion) والنقطة التى فيها ا بعيدة عن الشمس نقطة الذنب (الاوج Aphelion) **

** الشمس في حياة الانسان /د/ طه عثمان الفرا *
أ / محمد محمود محمدين

مكتبة ادار العلوم / الرياض صـــ ١٧

تعيـــن الثـابت الشمسي

***

اذا اعتبرنه أن الشمس جسم اسود فان درجة حرارة سطحها المنظور يمكن استنتاجها باستخدا قانون (سيتيفان) كالاتي :ـ

اذا كانت (R) هي نصف قطر الشمس (T) درجة الحرارة المطلقة لسطحها فان الطاقـة الحرارية التي يفقدها السطح فى الثانية :

$4\pi R^2 \sigma T^4$ watt

واذا كانت (X) هي البعد بين الشمس والارض فان هذه الطاقة تتوزع على سطح كرة نصف قطرها (X) على مساحة ($4\pi X^2$)

أي ان الطاقة الساقطة على (١ م٢) من الارض فى الثانية الواحده هي

$$S = 4\pi R^2 \sigma T^4 / 4\pi X^2 \quad WM^{-2}$$

وتسمى (S) بالثابت الشمسي (S olar Constont) ويمكن قياسه بتجميع أشعة الشمس داخل غلاف اسود من ثقب صغير فى الغلاف ومعلوم مساحتة تقاس كمية الحرارة المكتسبة بوضع هذا الغلاف فى مسعر له مكافئ مائى معلوم وقد وجد أن (S) لها قيمة متوسطة تساوي ($1350\ WM^{-2}$) أى أن الارض تستقبل في المتوسط ١٣٥٠ جول/م٢. الثانية . هذه القيمة تتغير مع البقع الشمسية (انظر شكل) في دورة قدرها ١١ سنة . بالتعويض في المعادلة السابقة باعتبار ان :

$R = 6.93 \times 10^8 \quad M$

$X = 14, 94 \times 10^{10} \quad M$

$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \quad WM^{-2}\ K^{-4}$

$$1350 = \frac{(6.93 \times 10^8)^2 \times 5,67 \times 10^{-8} \times T^4}{(14.94 \times 10^{10})^2}$$

$$T = 5770\ ^{0}K$$

هذه النتيجة أقل من الحقيقة لان الشمس لا تشع كجسم سود مثالى . لذا يجب أن تكون درجة حرارتها أعلى من هذا بكثير ومن المعروف ان الشمس تستمد حرارتها من التفاعلا النووية التى تنشا بداخلها . وعلى هذا الاساس تمكن جينز (Jeans) من حساب درجة حرارة باطن الشمس وقدرها بحوالي ١٠^٧ درجة مطلقة .

باستخدام قيمة الثابت الشمسي يمكن البرهنة أن نصيب الكرة الارضية من الطاقة الشمسية مقدار كبير جدا هو ٣٣٠ مليون حصان فى الثانية . أما انتاج الشمس من الطاقة فهو ٢٠٠ مليون مرة أو مايعادل ٤٫٦ × ١٠^٢٣ حصان فى الثانية .

يمكن حساب درجة حرارة الشمس باستخدام معادلة (Wien)

$$\lambda_m T = 0.00293\ MK$$

وبمعلومية أن طول الموجة لأقصى طاقة في الاشعاع الشمسي هي :

$$(49 \times 10^{-8}\ M)$$

فمن المعادلة السابقة

$$49 \times 10^{-8}\ T = 0.00293$$

$$\therefore\ T = 5970\ K$$

ويلاحظ أن هذه القيمة تتفق الى حد ما من القيمة المحسوبة باستخدام معادلة ستيفان .

*** ان القيمة المتوسطة للثابت الشمسي هي ٣٩٥ ر ١ كيلو وات لكل متر مربع ويبلغ المجموع الكلي للأشعة الساقطة على الأرض ٧٣ ر ١ ×١٠^١٧ وات علما بأن مساحة الأرض هي ٢٧٥ ر١× ١٠^١٤ متر مربع . ويقدر ذلك المجموع بنحو ١٧٣ تريليون كيلو وات أو مايعادل ٢٣٢ تريليون حصان ميكانيكي .

ان نحو ٣٠٪ من الطاقة الشمسية التي تصدم الغلاف الجوي للأرض يرتد في الحال ثانية الى الفضاء على هيئة اشعاعات موجية قصيرة .

ويمتص الغلاف الجوي واليابسة والمحيطات نحو ٤٧ ٪ من الطاقة الشمسية لتسهم بها في درجة حرارة البيئة . وان حوالى ٢٣ ٪ من الطاقة الشمسية يستخدم في عمليات البخر والحمل والترسيب في الدورة المائية للأرض . ويستغل ١ ٪ من الطاقة الكلية للشمس في حركة الهواء ودورة المحيطات ، وتتبدد هذه النسبه في صورة حرارة بفعل الاحتكاك وهناك كمية أصغر من ذلك تقدر بنحو ٤٠ بليون كيلو وات تتحول الى طاقة نباتية في كلورو فيل الأوراق الخضراء .

---

١) الحرارة د/ابراهيم ابراهيم شريف
الطبعة العاشرة / ١٩٧٨
دار المعارف ص ٢٢٢ ــ ٢٢٤

٢) مستقبل الطاقة الشمسية / دانيال س هلاسى
ترجمة / زكريا أحمد البرادعى
مكتبة الوعى العربى ١٩٨٠ ص ٣٤ ــ ٣٥

الطيف الشمسي ***

عبارة عن موجات كهرو مغناطيسية تتراوح أطوالها ما بين ١١ر ميكرون الى ٤ ميكرونات . والواقع أن الاشعاع الشمسي يحوى على موجات أطول غير أن كمية الطاقة فيها قليلة ولا تتجاوز ١ ٪ من مجمل طاقة الطيف الشمسي .

وينقسم الطيف الشمسي الي ثلاث مناطق

منطقة الاشعة فوق البنفسجية ومنطقة الاشعة تحت الحمراء ومنطقة الاشعة المرئية .

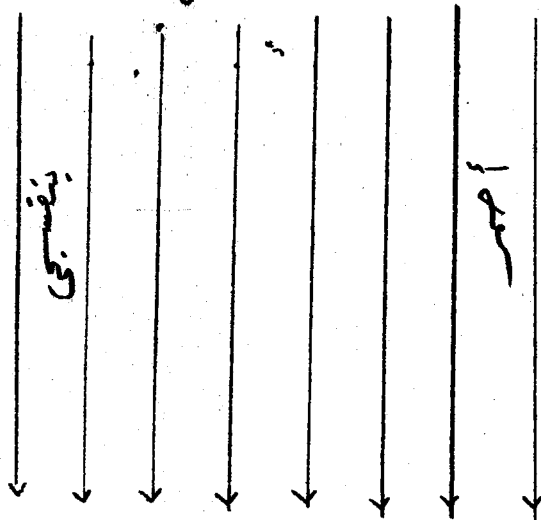
وتغطى الاشعة البنفسجية ذلك الجزء من الطيف الشمسي الذى يحوي الاشعة ذات الموجات القصيرة حتى طول ٤ر٠ ميكرون .

واما الاشعة المرئية فتغطى أطوال الموجات في المجال ٤ر٠ - ٧٥ر٠ ميكرون واما بالنسبة للاشعة تحت الحمراء فهي تغطى ذلك الجزء من الطيف حيث تزيد طول الموجات عن ٧٥ر٠ ميكرون .

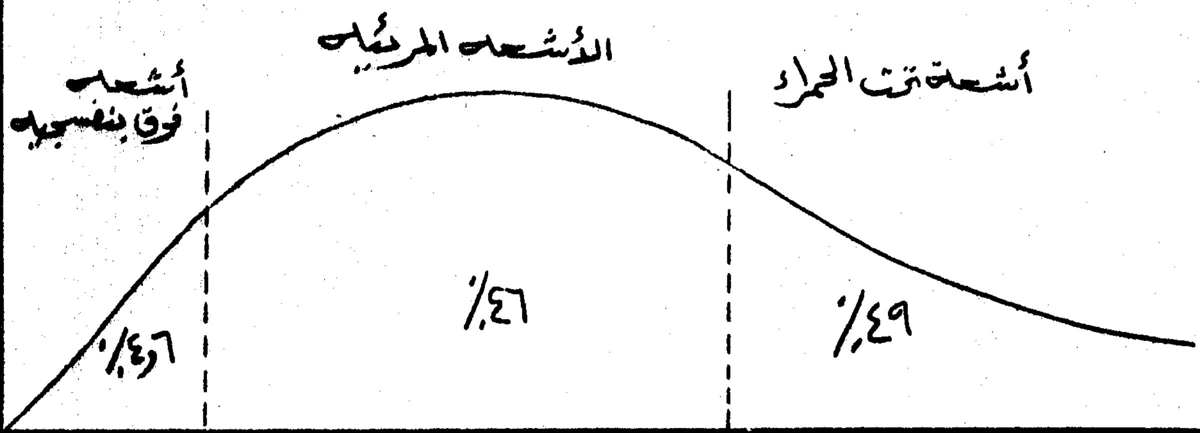
لنظر الشكل (   )

*** عالم المعرفة / ٣٨ / المجلس الوطني للثقافة والفنون والاداب الكويت
تكنلوجيا الطاقة البديلة
د/ سعود يوسف عياش
ربيع الأول / ربيع الثاني ١٤٠١ هـ / فبراير (شباط) ١٩٨١ م





الأشعة الساقطة على سطح الأرض



مكونات أشعة الشمس الساقطة على سطح الأرض

بســــم الله الرحمــــن الرحـــيم

بيان عـن الشمس والطـاقة الشمسية :

قطـر الشمس ٨٦٤٠٠٠ ميل

كتلة الشمس ٢٢٠٠ × $١٠^{١٢}$ × $١٠^{١٢}$ طـن متري

مما يعادل (٣٣٠ ٠٠٠) ضعف كتلة الارض

درجة حرارة الشمس ٦ ٠٠٠ درجة مطلقة

درجة حرارة جوف الشمس التقديرية ٣٠ مليون درجة فهرنهيتية

) الكتلة الشمسية المستهلكة في كل ثانية ٤ مليون طـن هيدروجين يتحول الى هليوم

) الطاقة المنطلقة من الشمس باستمرار ٣٨٠ × $١٠^{٦}$ × $١٠^{١٢}$ كيلو واط

٧) اشعة الشمس الواصلة للجو الخارجي للارض ١٧٣ × $١٠^{١٢}$ كيلو واط اى جزء من الف من جزء من مليون من مجمل الاشعة

٨) طاقة الشمس الواصلة لسطح الارض ٨٥ × $١٠^{١٢}$ كيلو واط

مستقبل الطاقة الشمسية

دانيال س • هلاسى

ص ٣٣

العوامل التي تقلل من شدة الاشعاع الشمسي الواصل الى الارض ****

تضيع نسبة كبيرة من اشعة الشمس نتيجة عوامل متعدده منها الامتصاص في طبقات الجو العليا والتشتت بسبب السحب وتبخر الماء والجزيئات الغبار المتعلقة في الهواء وتتوقف قدرة السحاب على عكس اشعة الشمس أمران %
الاول نوع السحاب
الثاني المساحة التي يشغلها السحاب ويتضح دلك من الجدول التالي :

نوع السحاب	حالت السماء	النسبة المئوية للاشعة المنعكسة
ركام طبقي	مغطي كلها بالسحاب	٥٦ % الى ٨١ %
طبقي متوسط الارتفاع	توجد اجزاء لا يغطيها السحاب	١٧% الى ٣٤%
طبقي متوسط الارتفاع	مغطاة كلها با لسحاب	٣٩% الى ٥٩%
طبقي عال	مغطاة كلها بلسحاب	٤٤% الي ٦٤%

ويجب عدم الاخد بهذه الارقام كحقائق لا تقبل المناقشة اذ ان هذا الامر هو تقدير ما يضيع بواسطة السحاب مازال من اصعب الامور لكن هذا الجدول السابق يعطي الصورة العامة عما تشتتة السحب من اشعة شمسية • وهناك امور اخر مثل سمك السحاب ويتوقف ذلك علي الفصل السائد شتاء كان او صيف ، خريف او ربيع • فالسحب تكون رقيقة في بعض الفصول وكثيفة في فصول آخرى وكلما كانت رقيقة كلما قلت مقدريتها على عكس الاشعة •

وهناك بعض العوامل لايستطيع الانسان التحكم او التدخل فيها أو التأثير عليها والتي بدورها تحدد آفاق استخدامات الطاقة الشمسية وهذه العوامل هي :

١) أن كمية الطاقة الشمسية الساقطة على وحدة المساحات ليست كبيرة ، وهي محكومة بموقع الارض من الشمس • فمن المعلوم ان المسافة الفاصلة بين الارض والشمس ليست ثابتة وذلك بسبب أن مدار الارض حول الشمس ليس دائريا وبشكل متوسط فان كمية الطاقة العمودية الساقطة على المتر المربع الواحد من سطح الغطاء الغازى حول الكرة الارضية يعادل ٥ر١ كيلو واط لكن هذه الطاقة لا تصل كلها الى الارض وذلك بسبب الاغلفة الغازية المحيطة بالكرة الارضية والتى تقوم بأمتصاص جزء من طاقة الشمس •

على هذا فان معدل الطاقة الشمسية العامودية الساقطة على سطح الكرة الارضية اي بعد مرورها بالغلاف الغازى تعادل كيلو واط واحد على المتر المربع لكن الاشعة الشمسية تسقط بشكل منتظم وعمودي على سطح الكرة الارضية وانما تختلف شدتها من منطقة الى آخرى اعتمادا على موقع تلك المنطقة على خط الاستواء وموقع الارض فى مدارها حول الشمس •

أن المعدل العام للطاقة الشمسية الساقطة على وحدة المسافة يعني استخدامها يحتاج الى مساحات واسعة من الخلاية والمجمعات الشمسية ، فالخلاية الشمسية المتوفرة حاليا تهمل بكفاءة فى حدود ١٠ / ١٥ % • وعلية يمكننا تصور المساحات المطلوبة لانتاج الطاقة الكهربائية المباشرة من الشمس • ونسبة كبيرة من استهلاك الطاقة الكهربائية يمكن الاستعاضة عنة بالتحويل الحرارى للطاقة الشمسية •

٢) أن ما يحد من استخدامات الطاقة الشمسية والذي لايستطيع الانسان التدخل فيها فهو أن الطاقة الشمسية لا تصل الى الارض بشكل منتظم فالنهار والليل •

ففي النهار تسطع الشمس وفي الليل تختفي ، والصيف والشتاء فيكون الاشعاع الشمسي عاليه في الصيف والجو صافيا اما في الشتاء فيكون الجو غائم او ممطر والاشعاع الشمسي منخفض وتغير طول النهار وقصره وعدد ساعات الاشعاع الشمسي ويقتضى هذا الوضع الغير منتظم

لسقوط اشعة الشمس بتخزين الطاقة الشمسية بأشكال وطرق مختلفة لاستعمالها وقت الحاجة

٣) زاوية السقوط

أن الاجهزة التى تمتص الطاقة الشمسية يكون لها اوضاع ثابته بالنسبة لسطح الارض والطاقة الاشعاعية التي تسقط على مثل هذه السطوح تسقط بزاوية متغيرة اثناء اليوم على مدار السنة

·······————————

الشمس فى حياة الانسان ص ٩٣ - ٩٤

د/ طه عثمان الفرا أ/ محمد محمود محمدين

((محاضرات الطاقة الشمسية د/ محمد عبد الهادى - ٢٩ / ١٠ / ١٤٠١ هـ

مكتبة دار العلوم الرياض

استغـــلال الطاقة الشمسـية

يتوقف استغلال الطاقة الشمسية علي مقدا اشعتها وكثافتها هذا الشعاع ، ومن المعروف أن الاشعة العمودية وشبه العمودية أشد كثافة من الاشعة المائلة .

وتتغير زوايا الاشعة الشمسية الساقطة على سطح الارض من يوم الى آخر ومن ساعة الى أخرى تبعا لتغير موقع الارض بالنسبة للشمس وبالنسبة لدوران الارض حول الشمس .

وتصل كثافة الشعاع الشمسي مداها وقت الظهر ولاتختلف من شهر لآخر ، وان كانت كميتها أكبر في الصيف على الشتاء بسبب طول استمرارها لطول النهار في الصيف عن الشتاء ،وتزيد كثافة الاشعاع بسرعة عقب شروق الشمس وتتناقص بسرعة قبل الغروب مباشرة بسبب التغير في كتلة الهواء مع تغير ارتفاع الشمس .

وتذكر كتب التاريخ أن أرشميدس قد استغل أشعة الشمس في منتصف النهار وسلطها بواسطة المرايا حتى اشعلت النار في اسطول الاعداء الذي كان يهاجم بلاده .

وقد تمكن بوفون (Buffon) من اثبات تلك الرواية في عام ١٧٤٥ م اذ استخدم ١٤٠ مرآة مسطحة سلط بها اشعة الشمس على كومة من الاخشاب تبعد عن المرايا بمسافة ٦٠ مترا ونجح في اشعال النار باخشاب تلك الكومة .

ويقال ان كاسيني (Cassini) قد نجح ايضا في صهر الحديد والفضة عن طريق استخدام عاكس للاشعة يصل قطره الى ٤٢ بوصة وذلك في مدة لا تتجاوز الدقيقة .

مستقبل الطاقة الشمسية / تاليف/ دانيال س . هلاسى
ترجمة زكريا أحمد البرادعى
مكتبة الوعى العربى ص ٦٩/ ٧٠

مجالات استخدام الطاقة الشمسية ***

هناك مجالات ثلاث رئيسية يمكن من خلالها استقبال الطاقة الشمسية وتحويلها الى اشكال اخرى نافعه من الطاقة وهذه المجالات هي ٪

١) التحول الكيمياوي للطاقة الشمسية

وينطوي هذا المجال على استخدام الطاقة الشمسية لانتاج الوقود كالهيدروجين والميثان والكحول وكذلك العمليات العضوية التى تحدث فى الكربوهيدرات بتاثير الطاقة الشمسية

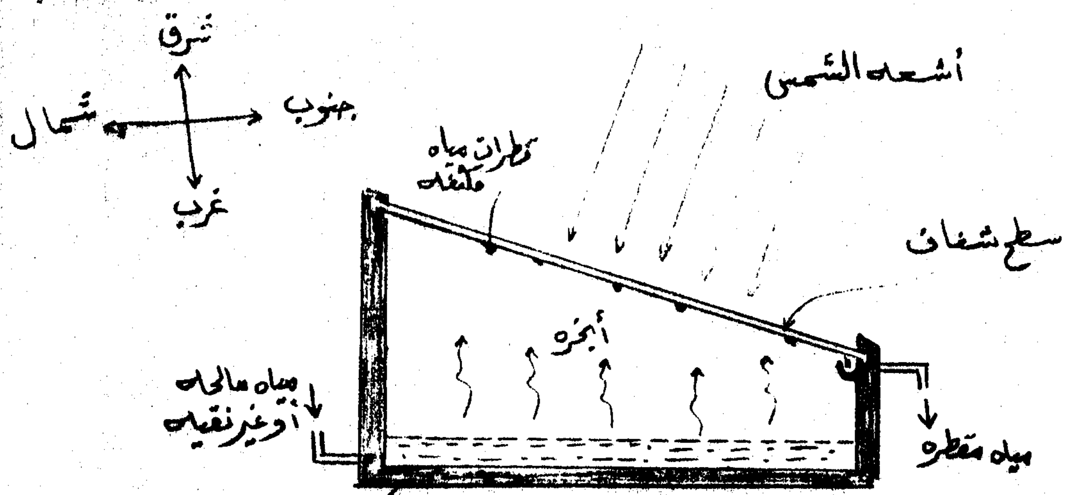
٢) التحويل الكهربائى المباشر -

وفى هذا المجال يمكن تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهربائية بشكل مباشر وذلك من خلال تعريض المواد شبه الموصلة الى اشعة الشمس ويتم استخدام التحويل الكهربائى المباشر للطاقة الشمسية فى الاقمار الصناعية وفى المحطات العلمية الموجوده فى اماكن من الصعب ايصال التيار الكهربائى لها •

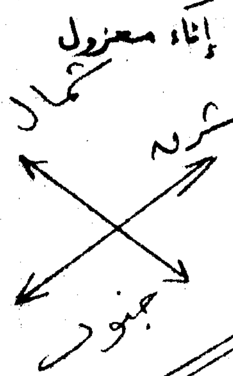
٣) التحويل الحراري للطاقة الشمسية •

وهنا يتم تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة حرارية يمكن استخدامها فى الاغراض الصناعية وفي اغراض استهلاك الطاقة المنزلية كتزويد المنازل بالماء الحار في التدفئة والتبريد ويحظى هذا المجال باهتمام واسع في اعمال البحث والتطوير وذلك لسهولته النسبية ولتعدد الاغراض التى يمكن من خلالها استخدام الطاقة الشمسية بالتحويل الحراري •

ومما يساهم في تركيز الاهتمام على مجال التحويل الحراري للطاقة الشمسية حقيقة ان التكنلوجيه المطلوبة فى هذا المجال متطورة ومتوفره فى ذات الوقت بتكاليف اقتصادية مقبوله • فمثلا هناك مئات الالاف من البيوت فى العالم التى يتم تزويدها بالماء الساخن عن طريق استخدام الطاقة الشمسية وتنتشر معظم هذه البيوت فى الولايات المتحدة واستراليا واليابان كما ان هناك العديد من البيوت التى يتم تدفئتها كليا أو جزئيا بالطاقة الشمسية كذلك هناك البيوت التجريبية التى يتم تبريدها بمعدات تزود بالطاقة الشمسية ومن الجدير بالذكر ايضا ان بالامكان تقطير مياه البحر بالطاقة الشمسية اما بالنسبة لاستخدامات الطاقة الشمسية فى التحويل الكهربائى المباشر فان التكلفة الاقتصادية للان مازالت عالية وتصل اضعاف تكلفة الكهرباء المولده من مصادر الطاقة الحالية غير ان المواق العملية لم تكن يوما حجر عثرة فى طريق تطوير المعرفة البشرية وقد تم مؤخرا تقديم الكثير من الافكار والنماذج والتصاميم لتطوير فعالية اجهزة التحويل الكهربائى المباشر وتقليل كلفتة وحيث ان موضوع الطاقة الشمسية يحضى باهتمام واسع وعالمي فمن المتوقع تطوير اجهزه فعاله فى المستقبل •



المقطر الشمسي للمياه

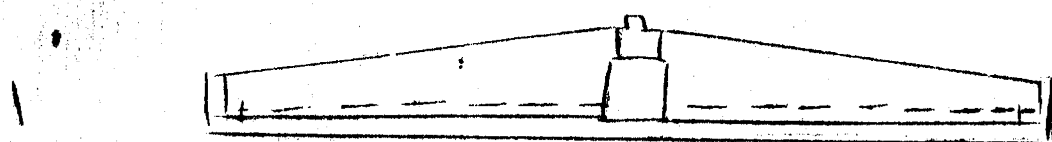


غرب

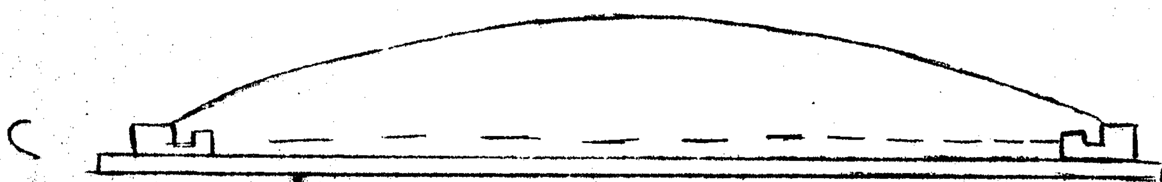
مياه نقية للتخزين والاستعمال

من خزان
المياه
أو المستعـ
أو عن التر
أو عن البـ

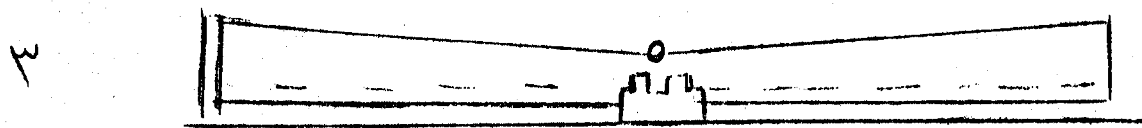
١



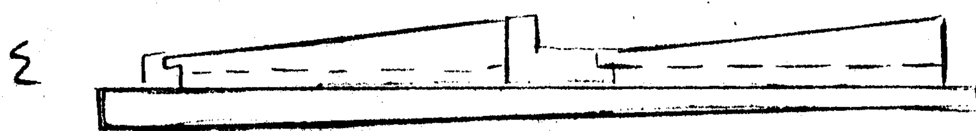
٢



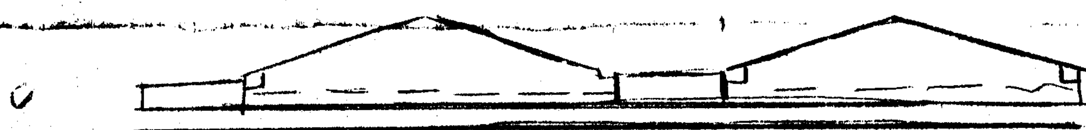
٣



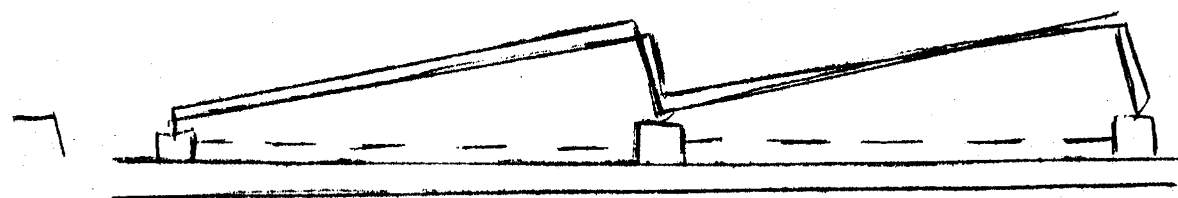
٤



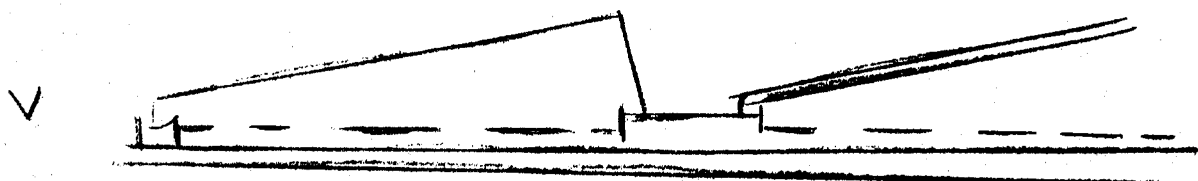
٥



٦



٧



بعض الأشكال المختلفة لأجهزة تقطير وتحلية
المياه باستخدام الطاقة الشمسية



شكل (٧)

الفرن الشمسى الجزائرى

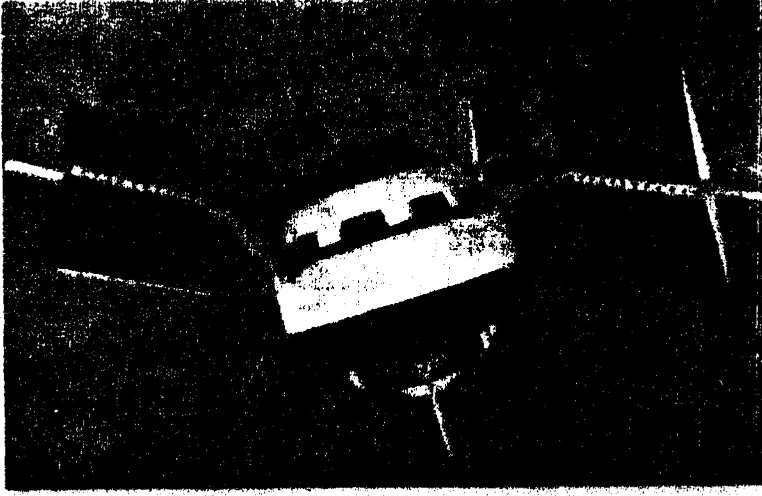
تبدو فى الصورة منشآت الفرن الشمسى الضخم المقامة فى بوزاريه بالجزائر حيث يستخدم فى تثبيت النتروجين من الهواء الجوى



شكل (٨)

موقد الطهى الشمسى

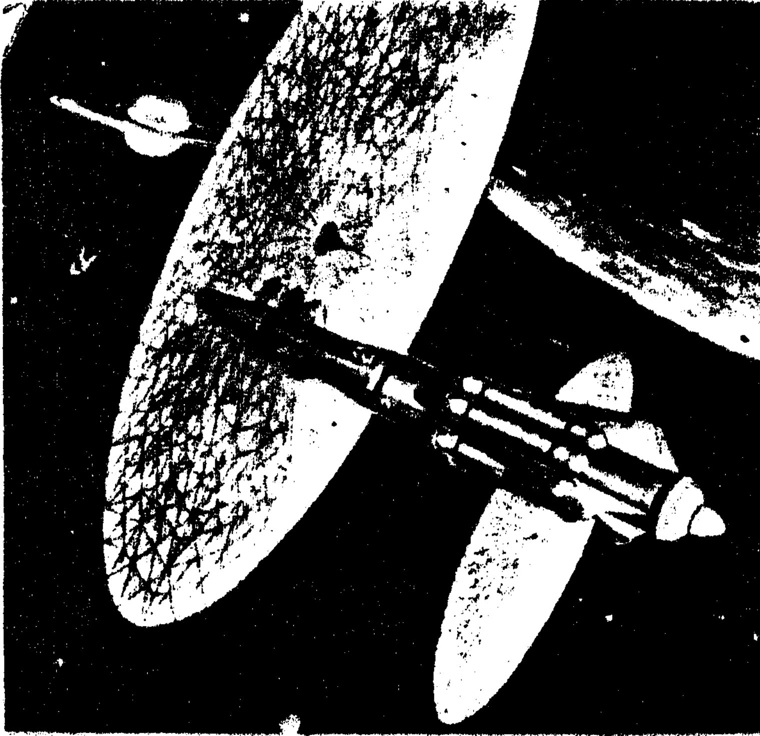
تبدو الفتاة الهندية وهى تستخدم موقد الطهى الشمسى الذى يجرى انتاجه على نطاق واسع . وهو يماثل تصميم الموقد الشمسى المصرى . ويمكن لمثل هذا الموقد البسيط تركيز نحو خمسمائة وات عند السطح المعد



شكل ([illegible])

استخدام البطاريات الشمسية فى الأقمار الصناعية

يبدو فى الصورة القمر الصناعى بايونير الخامس تخرج منه اربع طارات تجديف ثابتة تتضمن صفوفا من البطاريات الشمسية لتزويد مركبة الفضاء بالكهرباء



شكل ([illegible])

الاقلاع الشمسى

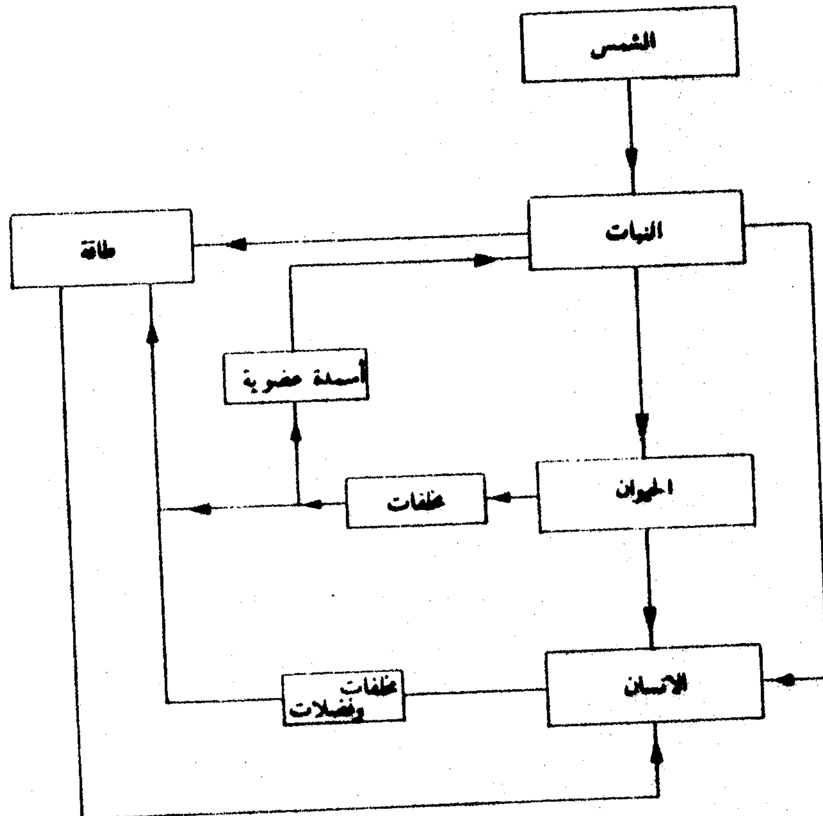
يبدو فى الصورة تخيل تصميم الاسلوب الفنى لتحريك سفن الفضاء بعد وضعها تقليديا فى المدار حيث ينتشر منها شراع هائل يشبه مظلة البراشوت يبلغ قطره الفا وستمائة قدم . وهو شراع قابل للطى ويمكن به التحكم فى حركة المركبة عبر الفضاء . وتحل طاقة فوتونات ضوء الشمس التى تصدم الشراع محل طاقة الرياح التى تحرك الزورق الشراعى فوق سطح المياه على الارض



شكل (هـ١)

تحويل حرارة الشمس الى كهرباء

تبين الصورة المحول الكهروحراري الضخم الذي اقامته شركة جنرال الكتريك في مدينة فوينكس عاصمة ولاية اريزونا الذي يبدل حرارة الشمس الى كهرباء



شكل رقم (٩)

مخطط هيكلي لانتاج الطاقة بواسطة التمثيل الضوئي

الطرق المختلفة لاستغلال الطاقة الشمسية

١) اولا تحويل الطاقة الشمسية الى حرارة

٢) تحويل الطاقة الشمسية الى كهربا٠

اولا : تحويل الطاقة الشمسية الى حرارة

الطاقة الشمسية ترسل الى الارض خلال الفضاء بواسطة الاشعاع الكهرومغنطيسي ويجب ان تحول الى حرارة قبل أن تستخدم عمليا فى اعمال التدفئة أ(التبريد وحيث أن الطاقة الشمسية قليلة الشدة نسبيا عندما تصل للارض لذلك يكون حجم التصميم المستخدم لتحويلها الى حرارة كبير نسبيا وتسمى هذه التصميمات مجمعات الطاقة الشمسية Solar Collectors

اســاس عمـلها

تكون عادة من سطح يمتص الاشعاع بكفاءة عالية ويحول هذا الفيض الى حرارة فترتفع درجة حرارتة (السطح) وجزء من هذه الطاقة يؤخذ من السطح الممتص بواسطة مائع نقل حراري ٠ وتنقسم المجمعات الى قسمين

١) مجمعات غير مركزة للطاقة وتسمى المجمعات ذات الالواح المستوية

٢) مجمعات مركزة : وفيها تستخدم مرايا لتجميع الطاقة الشمسية ٠

المجمعات ذات الالواح المستوية S olar Collectors

تركيبها انظر شكل (١٠)و(١١) :

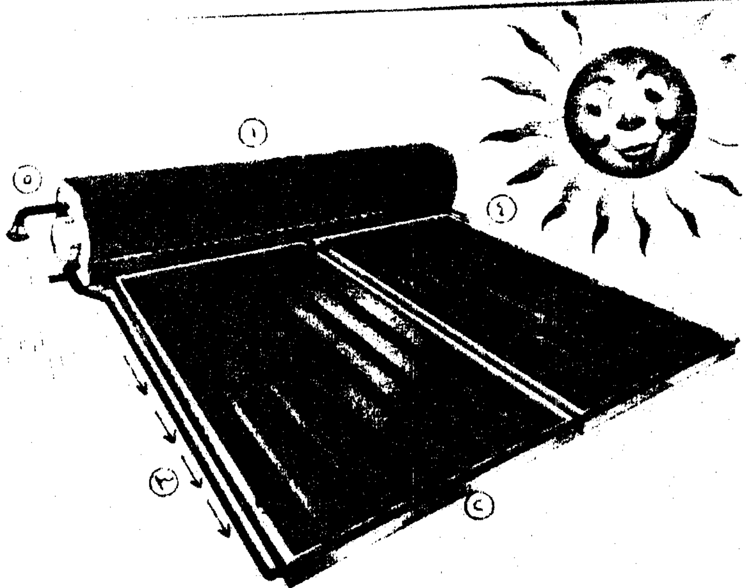
١) الغطاء ـ لمجمع شمسي نموذجي ذي لوح مسطح يتكون من واجهه عبارة عن واحد او اكثر من الالواح المسطحة الشفافة ٠

٢) اللوح الماص ـ وهو لوح مسطح يمتص الحرارة وقد يكون مطلي بطلاء مناسب

٣) سائل التبريد ـ وهو السائل الذي يمر في انابيب خاصة ملتصقة باللوح السابق وتنتقل اليه حرارة اللوح الماص فقد يكون غاز أو سائل أو ماء ٠

٤) العازل الخلفي الحراري وهو عازل حراري يوضع خلف اللوح الماص للحرارة لمنع فقد الحرارة منه ٠

ملاحظة : ا) الغطاء الزجاجي الشفاف يكون عادة شفاف للاشعاع الشمسي الساقط علية ولكنه معتم للاشعة تحت الحمراء ٠ التي يبعثها السطح الماص للحرارة



(١) خزان المياه

(٢) مجمعات الطاقة الشمسية

(٣) السائل البارد يهبط إلى قاع المجمعات

(٤) السائل الساخن يصعد إلى أعلى الخزان

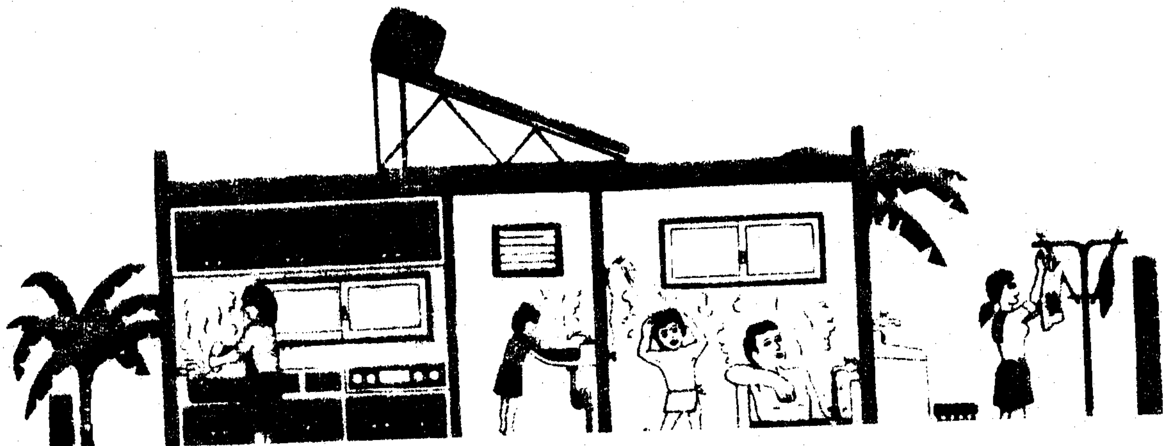
(٥) مخرج الماء الساخن

كيفية عمل جهاز سخان حراري

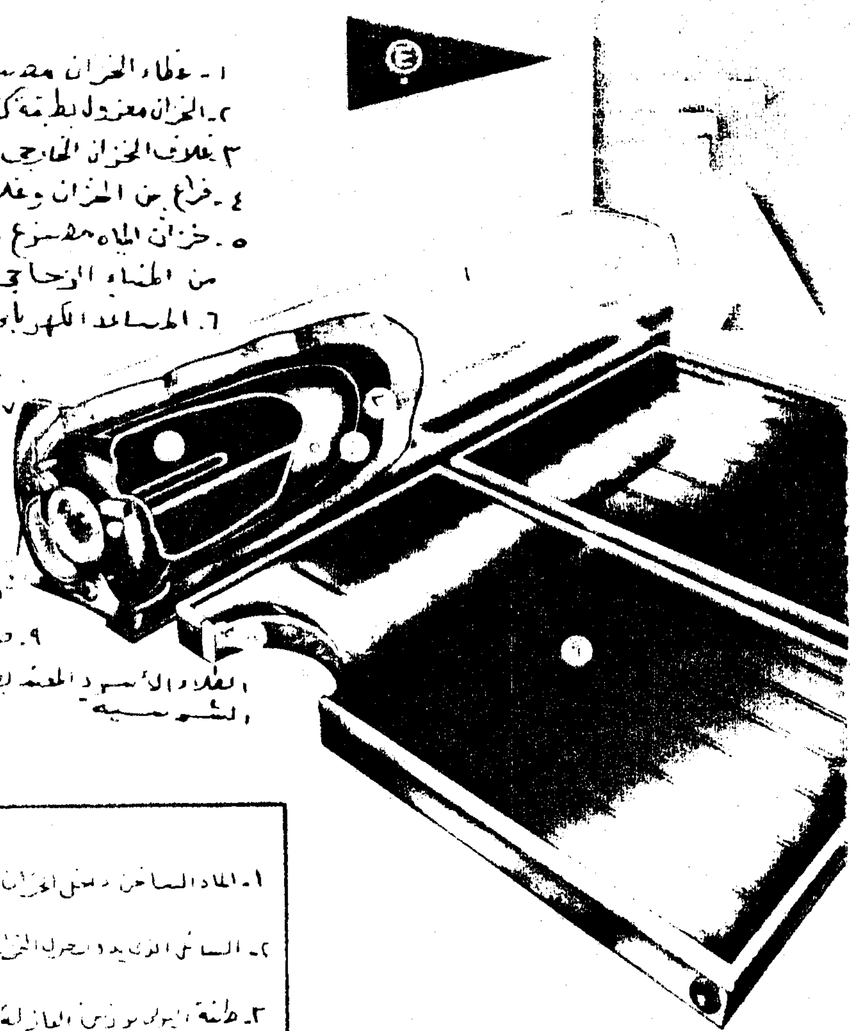
يدخل الماء البارد قاع خزان المياه عن طريق أنبوبة صممت خصيصا لهذا الغرض التي تدفع الماء البارد إلى قاع الخزان فلا يختلط بالماء الساخن في أعلى الخزان ويحتفظ الماء الساخن داخل الخزان بطريقة منتظمة بسخونة عالية. يحيط خزان المياه غلاف معدني وبينهما توجد دورة بها سائل من خصائصه امتصاص الحرارة بسرعة ويظل هذا السائل يدور حول الخزان وخلال المجمعات بصفة مستمرة وكلما برد هذا السائل تزيد كثافته فيهبط إلى قاع مجمعات الطاقة الشمسية التي تمتص الحرارة فيسخن السائل بدوره ويصعد إلى أعلى المجمعات ومنها إلى الخزان فيدور حوله فيمتص ماء الخزان حرارة السائل وبالتالي يبرد السائل وتزيد كثافته فيهبط إلى قاع المجمعات وتتكرر هذه الدورة بصفة مستمرة وتعرف هذه الطريقة باسم «السيفون الحراري».

لحماية الخزان من فقدان الحرارة في أثناء انخفاضها ليلاً تم عزل الخزان بطبقة سميكة من مادة البولي يوريثين المحقون تحت الضغط العالي.

في بعض مناطق الشرق الأوسط قد تصل درجة الحرارة شتاءً تحت الصفر. في هذه المناطق يستعمل سائل آخر غير قابل للتجمد. في الأيام الممطرة أو كثيفة السحب يستعمل سخان كهربائي في الخزان بالمياه الساخنة عن طريق منظم حراري (ترموستات) الذي يوصل التيار إلى السخان الكهربائي الموجود داخل الخزان فيسخن الماء وبهذا نضمن الحصول على المياه الساخنة مهما كانت الأحوال الجوية.



١- غطاء الخزان مصنوع من الألومنيوم
٢- الخزان معزول بطبقة كثيفة من مادة البوليوريثين
٣- غلاف الخزان الخارجي مصنوع من طبقة رقيقة من [illegible]
٤- فراغ بين الخزان وغلاف الصاج الخارجي
٥- خزان المياه مصنوع من الصاج المبطن بطبقتين من المينا الزجاجي.
٦- المساعد الكهربائي لتسخين المياه في الأيام الممطرة وكثيفة السحب.
٧- جميع الأنابيب مصنوعة من النحاس الأحمر
٨- مجمعات الطاقة الشمسية معزولة بمادة البوليستيرين والصوف الزجاجي.
٩- صفائح المجمع مغلفة بنوع خاص من الطلاء الأسود المعتم لامتصاص أكبر قدر من الطاقة الشمسية

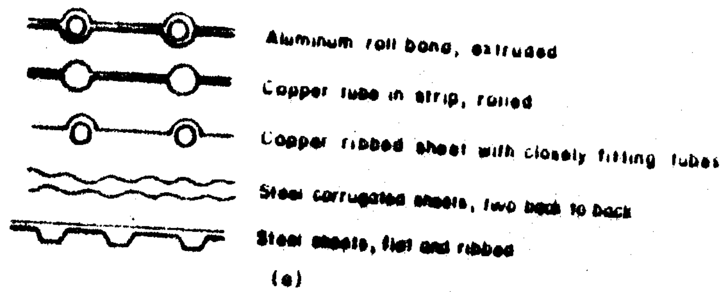


١- الماء الساخن داخل الخزان
٢- الماء الذي يدور حول الخزان
٣- طبقة البوليوريثين العازلة
٤- غطاء الخزان الخارجي

المواصفات الفنية

[illegible] طراز ٣٠٠ ل

الخزان		مجمعات الطاقة الشمسية	
السعة الكلية	٣٠٠ لتر (٦٦ غالون)		
الحجم (الطول x العرض x الارتفاع)	٢٢٤٦ x ٥٠٠ x ٥٠٠ مم	الحجم الكلي (العرض x الطول)	٢٠٦٠ x ١٩٣٤ مم
ضغط التشغيل	٢٠ كغم/سم² (٥٠ رطل/بوصة²)	المساحة	٤ م²
الوزن عند التركيب	٣٩٥ كيلوجراما	معدن الصفائح	ألومنيوم سماكة ٠٫٩ مم
المساعد الكهربائي	٢٫٠ كيلووات ٢٢٠-٢٤٠ فولت مفرد	مادة الغطاء	زجاج
درجة حرارة المنظم الحراري	٥٢°م	مادة العزل	صوف زجاجي، بوليستيرين
معدن الخزان	صلب مرن سماكة ٢ مم	مادة الأنابيب	نحاس
بطانة الخزان	طبقتان من المينا الزجاجي (إيماميل)	الوزن عند التركيب	وحدتان كل منهما ٤٠ كيلوجراما



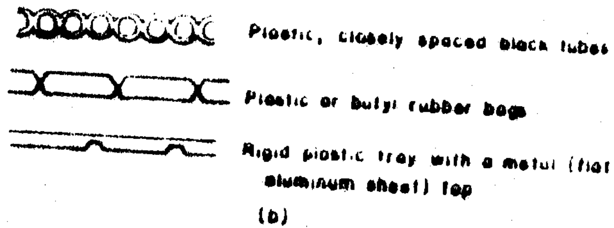


FIG. 3.1 Examples of currently available (a) metal and (b) nonmetal products that can be used as the absorber plate in a flat-plate collector.

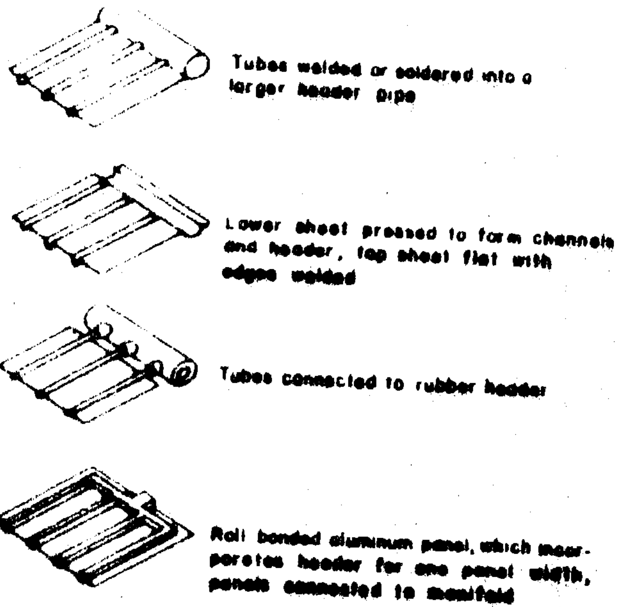


FIG. 3.2 Examples of manifolds used in typical flat-plate collectors.

٢) اللوح الماص يطلي بلون اسود رقيق بطانة الدهان مناسبة (يجب ان يكون فيه حفر أو نمش

العوامل التي تؤثر في كمية الطاقة الشمسية المجمعة .

١) معامل النفاذية للاغطية الشفافة (تزداد بزيادتة)
٢) معامل امتصاص اللوح الماص للحرارة ( ) / تزداد بزيادتة)
٣) المقاومة الحرارية بين السطح الماص للحرارة والسائل الناقل للحرارة (يجب ان تكون اقل مايمكن .
٤) قوة الانبعاث للسطح الماص للحرارة للاشعة تحت الحمراء .

فقد الحرارة من اللوح المجمع وطرق تقليلها

١) تفقد الحرارة بالتوصيل من قاعدة وجوانبه وتقلل ذلك بعزل القاعدة والجوانب عزل حراري

٢) فقد الحرارة بالحمل في طبقة الهواء بين الاغطية وفوق اللوح الماص وتقلل بتصغير المسافة بين الغطائين مابين (٢,٥٤ الى ١,٢٧ سم) أو جعلها منطقة مفرغة.

٣) فقد الحرارة بالاشعاع . ويقلل بطلاء اللوح الماص بدهان منتقي من الناحية الضوئية (الطيفية) ـ معامل امتصاصه كبير ومعامل انبعاثة في منطقة الحمراء وتحت الحمراء يكون صغير)

ملاحظة / كلما زاد الاشعاع الشمسي الساقط كلما زادت الكفاءة شكل (١٢ ـ ٩)

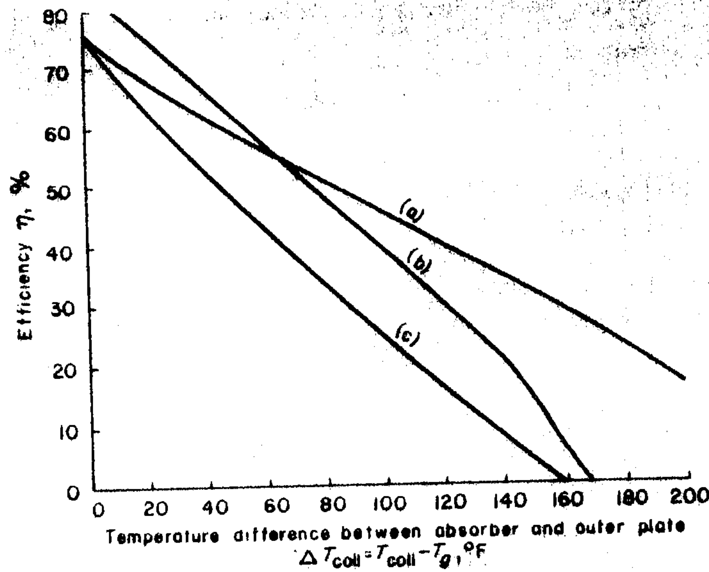
/ تزداد الكفاءة كلما قلت زاوية السقوط للاشعة الشمسية والافضل عندما تساوي صفر شكل (١٢ ـ ١)

....

محاضرات في الطاقة الشمسية

د/ محمد عبد الهادي

٢٥ شوال ١٤٠١ هـ



IG. 3.9 Effect of various temperature differences ΔT_{coll} and various types of absorber coatings on efficiency η under the following conditions: Collector absorber-plate temperature T_{coll} = 130° F, interplate spacing D = 3/8 in., insolation I = 150 Btu/(hr)(ft²), and solar absorptance $\bar{\alpha}_s$ = 0.95. (*a*) Double-plate collector with a selective-black absorber coating having an infrared emittance of 0.10; (*b*) single-plate collector with a selective-black coating having an infrared emittance of 0.10; (*c*) double-plate collector with a flat-black absorber coating having an infrared emittance of 0.95. (*Adapted with permission from M. Altman.*[1])

شكل (١٢)

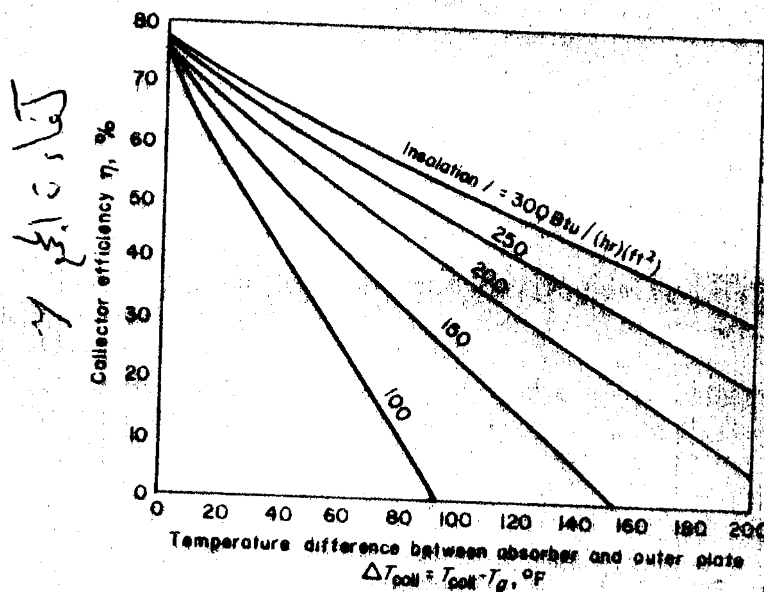
تا ثير الفرق في درجة الحرارة للوحي المجمع

لقد دهن لوح الامتصاص بطبقة خفيفة سوداء لها خاصيه امتصاص نوعي وخاصية بث للاشعة تحت الحمراء قيمها كالاتي

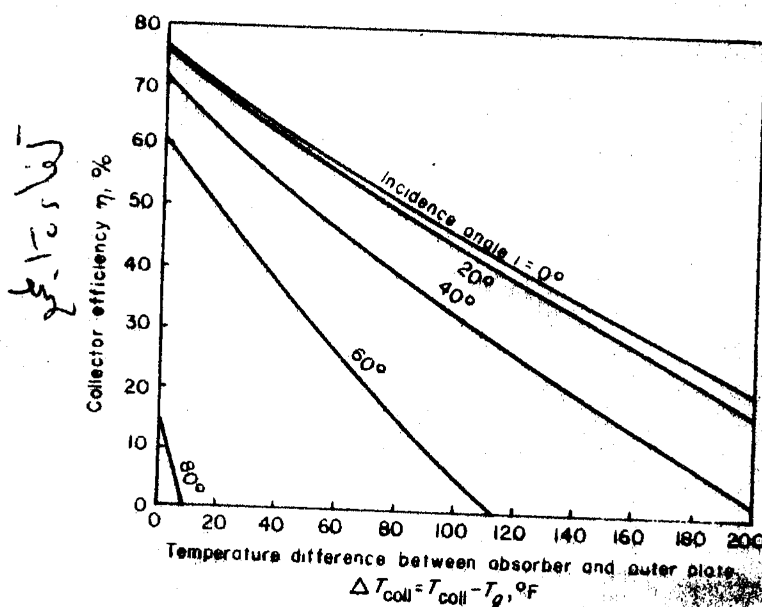
أ) مجمع زوجي الالواح ($\bar{\epsilon}_{12}$ = ١ر٠)

ب) مجمع ذو لوح واحد ($\bar{\epsilon}_{12}$ = ١ر٠)

ج) مجمع زوجي الالواح ($\bar{\epsilon}_{12}$ = ٩٥ر٠)



Effect of various temperature differences ΔT_{coll} and insolation I values on the efficiency η of a double-plate collector under the following conditions: Collector absorber-plate temperature $T_{coll} = 130°F$, interplate spacing $D = 3/8$ in., and solar absorptance $\bar{\alpha}_s$ and infrared emittance $\bar{\epsilon}_{ir} = 0.95$. (*Adapted with permission from M. Altman.*[1])



Effect of various temperature differences ΔT_{coll} and various incidence angle i values on the efficiency η of a double-plate collector under the following conditions: Collector absorber-plate temperature $T_{coll} = 130°F$, interplate spacing $D = 3/8$ in., insolation $I = 250$ Btu/(hr)(ft²), and solar absorptance $\bar{\alpha}_s$ and infrared emittance $\bar{\epsilon}_{ir} = 0.95$. (*Adapted with permission from M. Altman.*[1])

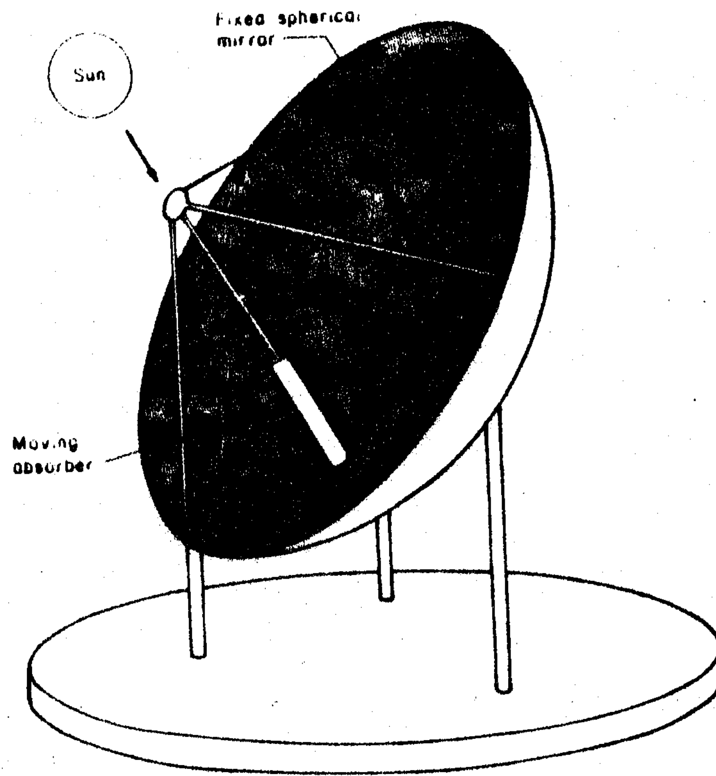


FIG. 3.17 Stationary-reflector/tracking absorber (SRTA) solar collector.

the concentrated energy, need move in a planar motion from morning to night. This absorber movement can be accomplished relatively simply and inexpensively, thereby making the concentrator system advantageous for solar heating and cooling of large commercial buildings as well as for the generation of electrical power. The SRTA collector is shown in Fig. 3.17

تركيز أشعة الشمس وتجميعها

يتم تجميع وتركيز أشعة الشمس اما باستخدام طريقة الصندوق أو الغطاء الزجاجي حيث يعرض للشمس صندوق معتم واسود من الداخل غطاؤه الزجاج فيمتص الصندوق من الداخل كل الحرارة الساقطة علية ولا يسمح لها بالخروج - ثم توصل تلك الحرارة المتجمعة الى انابيب يمر بها الماء فتعمل على تسخينها وتبخيرها .

أو قد يتم تركيز اشعة الشمس بطريقة المرايا المجمعة وهي اما أن تكون مقعرة لتجميع اشعة الشمس فى بؤرات متقاربة فترتفع درجة الحرارة عند نقطة التجميع واما أن تكون مرايا مستوية ومتراصة على شكل قطع مكافئ حيث تتجمع الاشعة المنعكسة في بؤرة واحدة قد تصل حرارتها الى آلاف الدرجات .

تركيبة : انظر الشكل (١٤)

اساس عمل المجمعات الشمسية المركزة للطاقة ذات المرايا -

١) هناك مبدأ ضوئى هام من الناحية الضوئية

انه بصرف النظر عن موضع الشمس فان المرآة الكرية الثابتة يمكن ان تجمع معظم الشعاع الشمسي الساقط عليها على خط يوازي اشعة الشمس الساقطة .

هذا الخط يدور حول المركز الهندسي للمرآة الكرية . مع دوران الشمس عبر الافق فانه ليس من الضروري أن نحرك المرآة لابقاء الهدف في البؤرة ولكن ممكن ابقاء المراء ثابتة وتحريك الهدف ويكون الهدف على شكل أسطوانة صغيرة تستخدم كماص للحرارة وتجميع الطاقة التي تركز عليها ويمكنه ان يتحرك حركة مستوية اثناء النهار .

نفس المرجع السابق .

المميزات الشاسية لمجمعات التركيز عن
الجمعات ذات الالواح المسطحة

يمكن تلخيصها فيما يلي :

١) عند درجات حرارة معينة تكون المجمعات المركزة ذات كفاءة تجميع أكبر وسائل التبريد يمكن ان يسخن الى درجة حرارة أعلى منها للمجمعات المسطحة •

٢) الطاقة المجمعة لوحدة الحجوم اكبر فى حالة مجمعات التركيز وبالتالى تكون مجمعات التركيز أقل تكلفة •

٣) بما أن حرارة التشغيل التي يمكن الوصول اليها فى المجمعات المركزة تكون اكبر لذا من الممكن استخدامها فى توليد الكهرباء على مدى اكبر من السنة وبتكلفة اقل منها في حالة المجمعات المسطحة •

٤) المجمعات المسطحة تحتاج غطاء من الزجاج أو أكثر يفصلها طبقة هوائية وتحتاج الى مادة عازلة لتقليل الفقد الحراري من اللوح الماص وتحتاج الى انابيب ليمر فيها السائل وكل هذا مكلف بينما مجمعات التركيز بسيطة جدا في تركيبها فهي تتركب من طبقة رقيقة من مادة عاكسة وطبقة معدنية تحتها قد تكون من مادة معدنية رخيصة أو معدن غالي •

٥) أن المشكلة الرئيسية للمجمعات التركيز هو انها تحتاج أو تتطلب حزمة مباشرة من الشعاع الشمسي أو حزمة مجمعة لذلك فان النسبة بين الشعاع المباشر والمنتشر نسبة مهمه في عمل المجمعات ذات المرايا •

محاضرات فى الطاقة الشمسية
د/محمد عبد الهادي

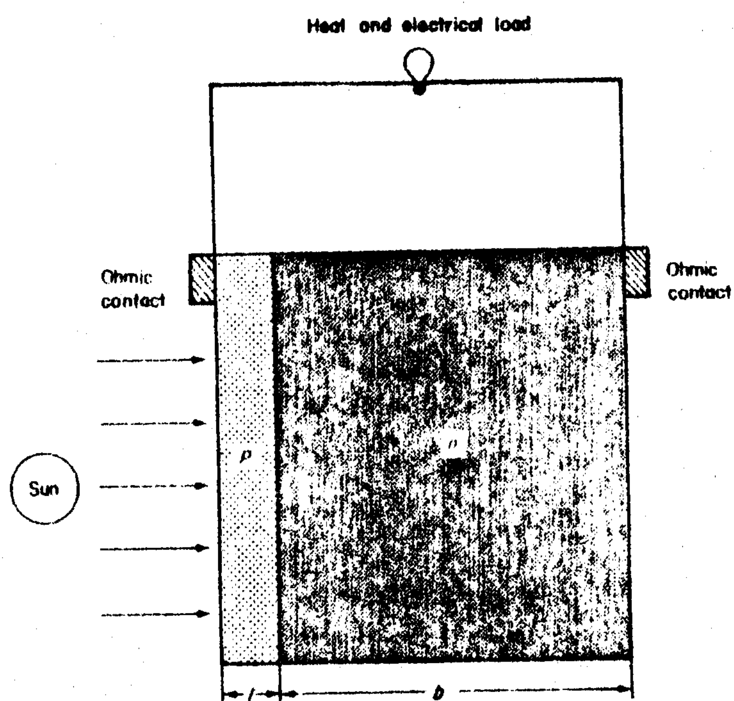


FIG. 3.30 Cross section of a solar cell. For single-crystal silicon cells, l is approximately 1 μ and b is typically 800 μ; for thin-film cadmium sulfide cells, the p region is a copper sulfide approximately 0.2 μ thick and the n region is cadmium sulfide with b approximately 20 μ thick.

البطاريات الشمسية Solar Cell

ان التحول المباشر للطاقة الشمسية الى طاقة كهربائية باستخدام التاثير الفلطائي يعتبر من اكثر الوسائل التي تجذب أهتمام العلماء .

الآن ثمن انتاج الخلية الواحدة كان باهظا الى وقت قريب وفي الشكل المبين (١٥) بعض انواع الخلايا الشمسية ومنها .

١) نوع يتكون من وصلة ثنائية (P . N) مفردة من السليكون وقد استخدمت في توليد الكهرباء في سفن الفضاء والاقمار الصناعية .

٢) نوع اخر يتكون من غشاء رقيق ٢٠ ميكرون من كبريتيد الكاريوم يعمل كبلوة سالبة ومنطلقة من النوع الموجب من كبريتيد النحاس ٢ر٠ ميكرون . انظر الشكل ومازلنا نعاني من تكنلوجيا التحضير ومن قلة كفاءة هذه الخلية (في حدود ١٤ر٠)

٣) نوع يتكون ان لوح من النحاس يغطي احد اوجهه غشاء من اكسيد النحاسوز ويغطي هذا الغشاء بطبقة رقيقة من الذهب تسمح للضوء بالنفوذ

شرح عملها :

عند سقوط الضوء على طبقة الذهب يتسبب في ازاحة بعض الالكترونات من طبقة اكسيد النحاسوز الى طبقة الذهب لذا ينشأ فرق جهد بين طبقة النحاس والذهب يتوقف مقداره على شدة الضوء الساقط

الطاقة الشمسية / د/ عبد الفتاح أحمد الشاذلي
د/ أمين عرفان دويدار
صـ ٥٦
دار المريخ للنشر الطبعة الاولى ١٤٠٠هـ -١٩٨٠ م

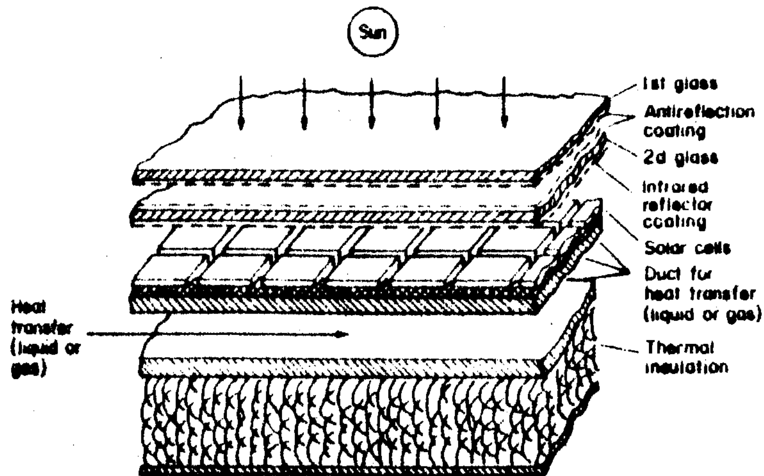


FIG. 3.31 Proposed structure of combin·tion thermal-photovoltaic solar collector.

كيفية تخزين هذه الطاقة

أن معرفة طرق الحصول على الطاقة من الشمس تتطلب معرفة تخزينها اذ قد يمر أيام بل شهور ولا تطلع الشمس فيها الا قليلا ناهيك عن غيابها في الليل ولقد اكتشف ان للماء خاصية مهمة في هذا الخصوص فالماء حين يغلى يكتسب حرارة لا يفقدها بسهولة وانما تبقى مخزونة فية لبعض الوقت فضلا عن ذلك فان مقدار ما يمتصه الماء من طاقة حرارية يعادل ضعف ما تمتصه الحجارة أو الصخور ، ومن هنا لجأ الى استخدام المياه خلال الخلايا الشمسية الحرارية فى انابيب من النحاس يقوم الماء باختزان تلك الطاقة الحرارية التى امتصها السطح الاسود وهكذا ينساب الماء من خلية الى اخرى حتى يصل الى خزان كبير يتسع الى آلف بل الى الفي جالون ومن هذا الخزان يرسل الماء الساخن عبر الانابيب فى داخل المنزل كذلك استطاع العلماء تخزين الطاقة الشمسية كيميائيا وذلك عن طريق امرار الهواء خلال الخلايا الشمسية الحرارية حيث يخرج الهواء ساخن فيمر عبر مركبات كيميائية تنصهر عند درجات حرارة منخفضة ٤٦ °م فيصهرها تيار الهواء الساخنه وبذلك تمتص حرارتة وتسمى هذه الحرارة حرارة الصهر ، فاذا انقطع تيار الهواء الساخن تتطلب المركبات المنصهرة فتفقد حرارتها التى اختزنتها فتستغل خلال الليل والايام القاتمة

الافران الشـــمسيـــة

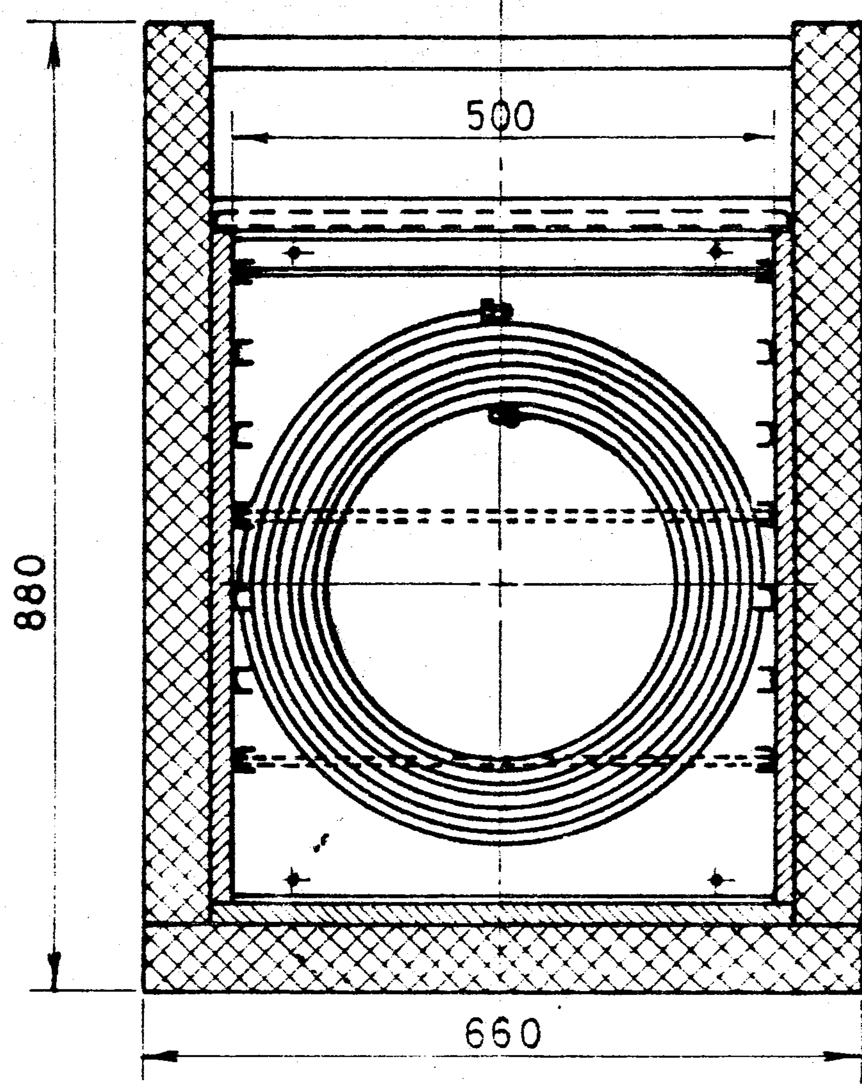
فتن عدد كبير من المخترعين منذ اكثر من قرن بامكانيات استخدام الطاقة الشمسية في اغراض متعددة وقد بذل بعضهم محاولات عديدة لتطوير استخدام المجمعات الحرارية وهي عبارة عن اجهزة ذات مركزات لتجميع الاشعاع مثل العدسات والمرايا ولا تستخدم تلك المجمعات الا حينما نرغب في الحصول على درجات حرارة تزيد على ١٠٠°م

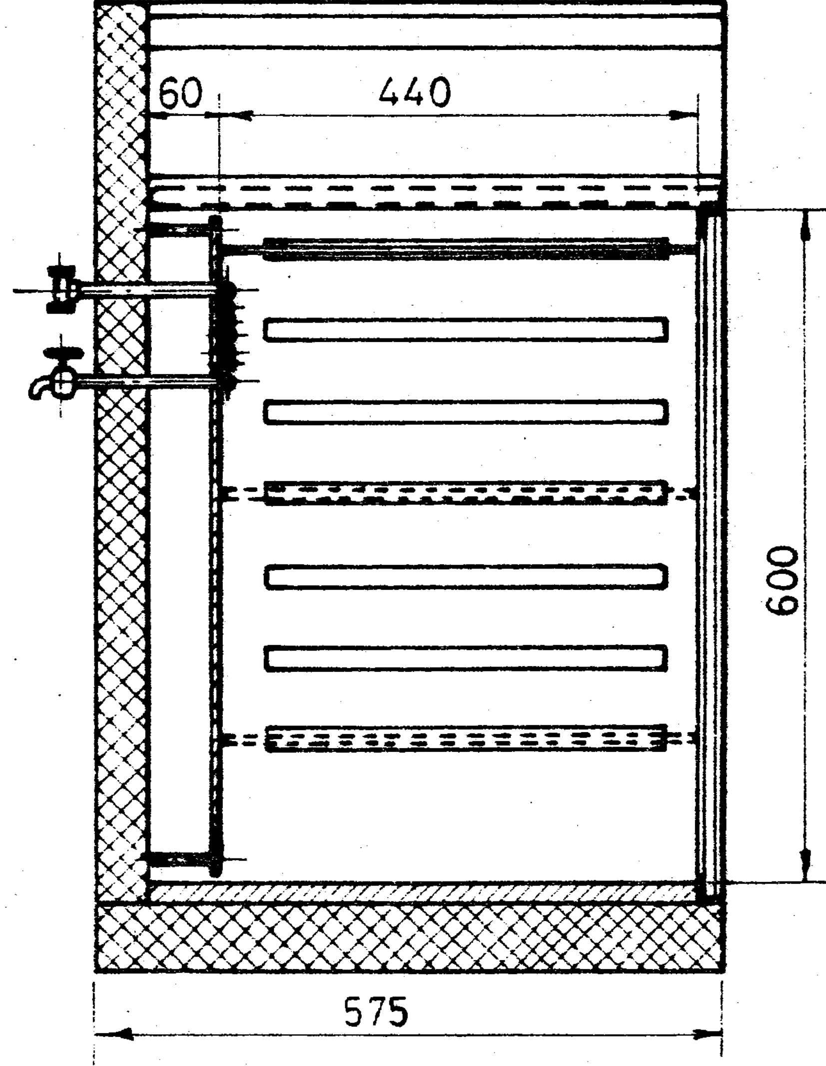
ولعل اول جهاز بني لهذا الغرض كان ذلك الذي بناه العالم شومان عام ١٩١٣ م في ضاحية المعادي بالقرب من القاهره لتوليد البخار ※ وادارة الة تجارب لرفع المياه للري . واول فرن شمسي بنى عام ١٩٢١ م وساهمت في بنائه شركة (زيس) في (جنا) بالمانيا واستخدمت فيه مرآة مقعرة صنعتها شركة (زيس) نفسها وقد تم الحصول على درجات حرارة مرتفعة بهذه الطريقة وصلت الى حوالي ٣٠٠٠°م

وفي عام ١٩٣٢ م بني فرن شمسي في كاليفورنيا استخدمت فيه عدسات ذات قطر يصل الى قدمين ويعد الفرن الشمسي الموجود في (مون لويس) بجبال (البرانس) من اكبر الافران الشمسية في العالم وقد تم الحصول فيه على درجات حرارة عالية وصلت الى ٣٥٠٠°م

※ الشمس في حياة الانسان

د/ طه عثمان الفرا





Dims. in mm.

بسم الله الرحمن الرحيم

المشروع البحثي

عمل فرن وسخان شمسي

تم تصميم وتنفيد فرن وسخان شمسي بعد عمل الرسومات الهندسية التوضيحية اللازمه لذلك والمبينة بالاشكال المرفقة شكل ( ) ويمثل مقطع راسى وشكل ( ) يمثل مقطع مستعرض •

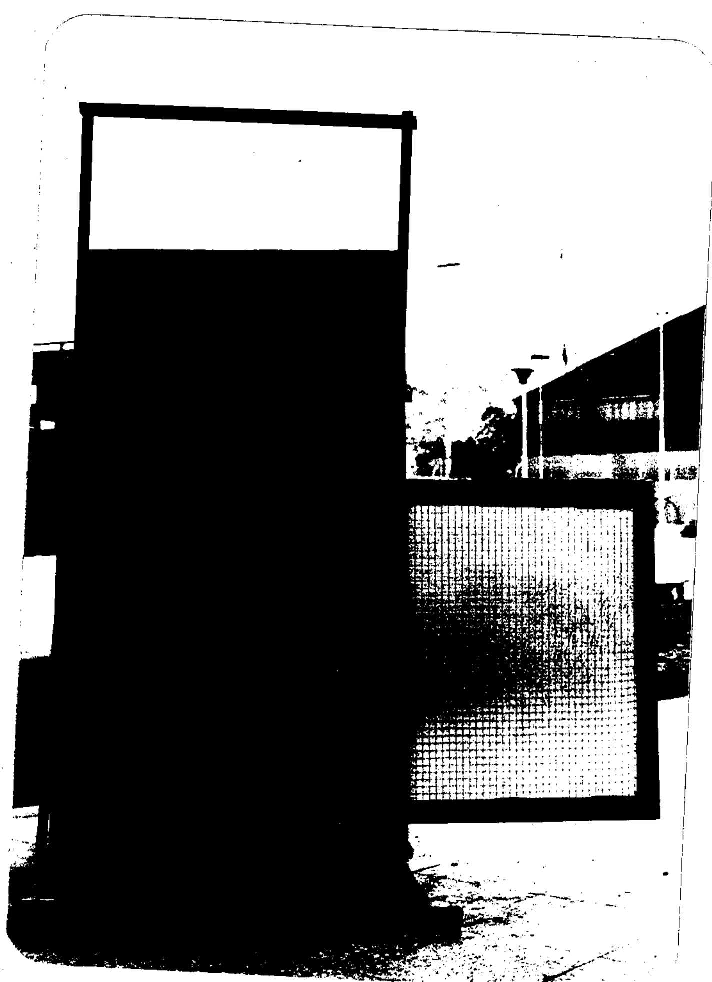
والفرن والسخان الشمسي معا عبارة عن صندوق معدنى من صاج بسمك (=١مم) وابعاده من الخارج هى (٨٧٠ مم - ٥٧٥ مم - ٦٨٠ مم) ، وجداره مزدوج والفراغ بين الجدارين مملوء بمادة عازلة حراريا من الصوف الزجاجي (معامل التوصيل الحراري له هي ٠٤١٨٣ر٠ واط / م .كلفن) •

وللصندوق غطاء زجاجي (معامل التوصيل الحراري له ٧٦ ر٠ واط/م٠ كلفن) ومزود من الداخل باطارات معدنية يمكن ان يثبت بواسطتها الواح زجاجية بابعاد (٥٠٠ مم × ٥٠٠ مم وسمك ٣ مم) تعمل كأرفف داخلية وتساعد على تقسيم الفرن من الداخل الى طبقات على ابعاد مختلفة من السطح السفلي للغطاء الزجاجي العلوي •

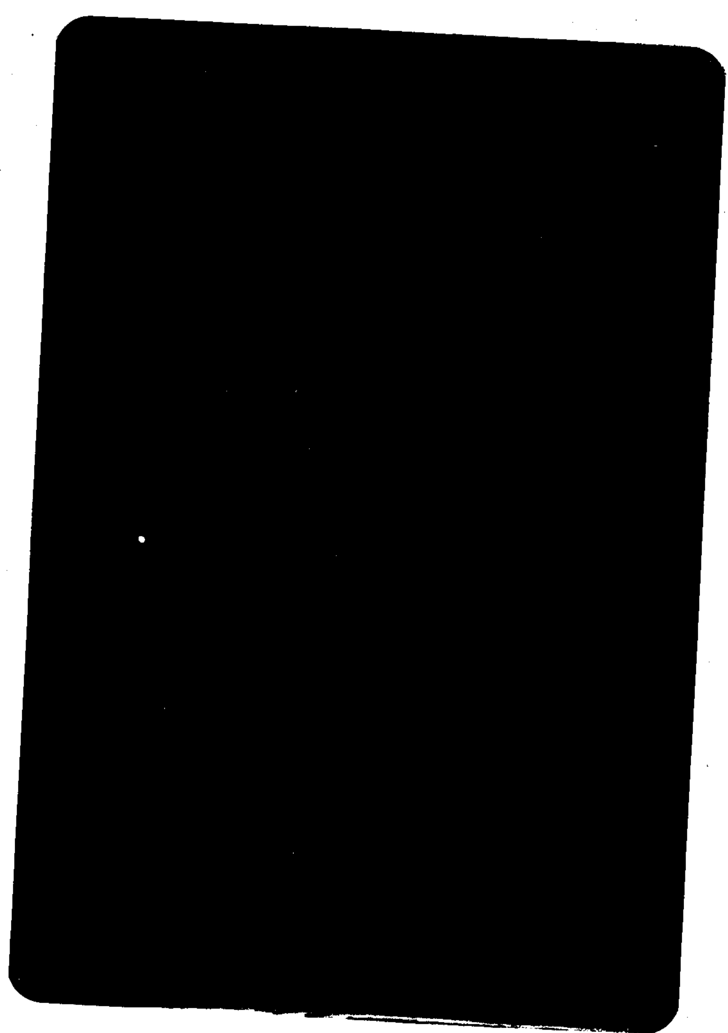
والفرن مزود بباب خارجي من الزجاج المبطن بصوف زجاجي بسمك كبير ، وقد يستخدم الباب لوضع الطعام على الأرفف ويمكن اغلاقه باحكام والفرن مزود من الداخل بلوح معدني من النحاس الاحمر بطول ٥٥٠ مم وعرض ٥٥٠ مم وسمك ٣ مم (معامل التوصيل الحراري =٣ر ٣٧٧ واط /م ٠ كلفن) مثبت داخل الفرن في وضع رأسي بدعامات معدنية ومثبتة عليها ماسورة نحاسية ملفوفه حلزونيا كما هو مبين بالشكل والصورة ( ) ( )

طول الماسورة النحاسية ٧٠٠٠ مم والقطر الداخلي ١٢ مم والقطر الخارجي ١٣ مم وبداية الماسورة ونهايتها متصلتان من خارج الفرن من الخلف بتوصيلتين معدنيتين آحداهما لسريان سائل التشغيل (الماء) داخل الانبوب الحلزوني والآخر لخروجه منها • ويستفاد بذلك عند استخدام التصميم كسخان شمسي •

والتصميم مجهز بدعامات كالمبين بالصور الفوتوغرافية تساعد على تثبيت الفرن في وضع رأسي ،كما يمكن تحريكه حول محور خارجي وتثبيته بحيث يكون الفرن في وضع افقي•

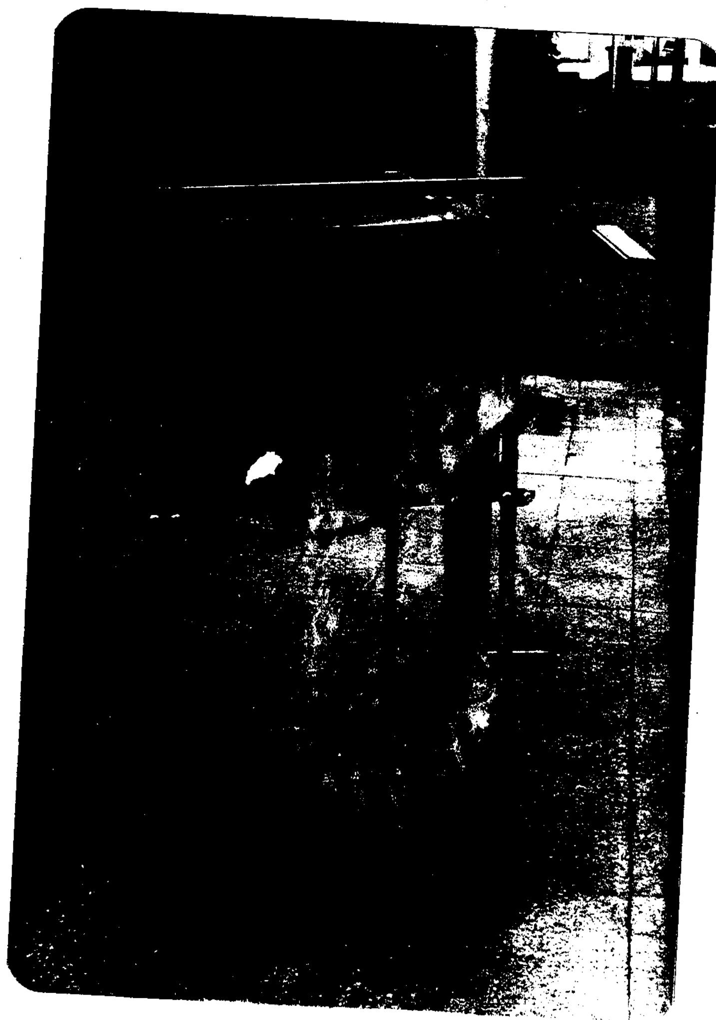


شكل (٤٦)



شكل (٤٧)





وهذا البحث يختص فقط بدراسة هذا النموذج كفرن شمسي

الدراسة التجريبية

الهدف منها :

قياس درجات حرارة الطبقات المختلفة عند الازمنة المختلفة منذ شروق الشمس الى غروبها .

الادوات المستخدمة :

ازدوجات حرارية نحاس - كونستنتان

جهاز قياس القوة الدافعة الكهرو حرارية من الازدواجات الحرارية بالملي فولت وهو ماركة (DMM-172 KEITHLEY ويقيس بدقة (0.01% ± 1 DIGIT

في مدى 0 ÷ ± 299.99 mv

وقد تم تصنيع ازدواجات كهرو حرارية من مادتي النحاس - كونستنتان وهي تصلح للقياس في مدى درجات حرارة من نقطة غليان الاوكسجين (-١٩٠ سلسيوس الى ٣٥٠ سلسيوس) ، وتمتاز بأنها لقوة الدافعة الكهرو حرارية لها تتغير تغيرا تدريجيا ، ويفضل استخدام مزدوجات النحاس - كونستنتان في المدى المذكور عن مزدوجات بلاتين - بلاتين اريديوم ، نظرا لان الاولي قوتها الدافعة الكهرو حرارية كبيره نسبيا . والوصلة الساخنة للمزدوجات المختارة وضعت في داخل الفرن عند طبقات مختلفة على ابعاد هي

$X_1 = 14.5$ CM　　$X_2 = 29.9$ C M

$X_3 = 40.5$ CM　　$X_4 = 57.00$CM

وتلك الابعاد مقاسة من السطح السفلي للغطاء الزجاجي العلوي ،

اما الوصلة البارده فوضعت في ثلج مجروش داخل اكثر من ترمس لحفظ درجة الحرارة ولمنع الثلج من الانصهار السريع بفعل درجة حرارة الوسط المحيط ،وقد استخدم مفتاح متعدد الطرق وتم توصيل الطرفين العمومين للمفتاح

بجهاز ماركة (DMM-172 K.) لقياس القوة الدافعة الكهرو حرارية بالملي ڤولت .

وقد تم التسجيل لدرجة الحرارة في أيام مختلفة وقد تم ترجمة القيم التي حصلنا عليها بالملي فولت الى درجات حرارة مقابلة بالاستعانة بالجداول القياسية لمعايرة هذا النوع من المزدواجات *** .

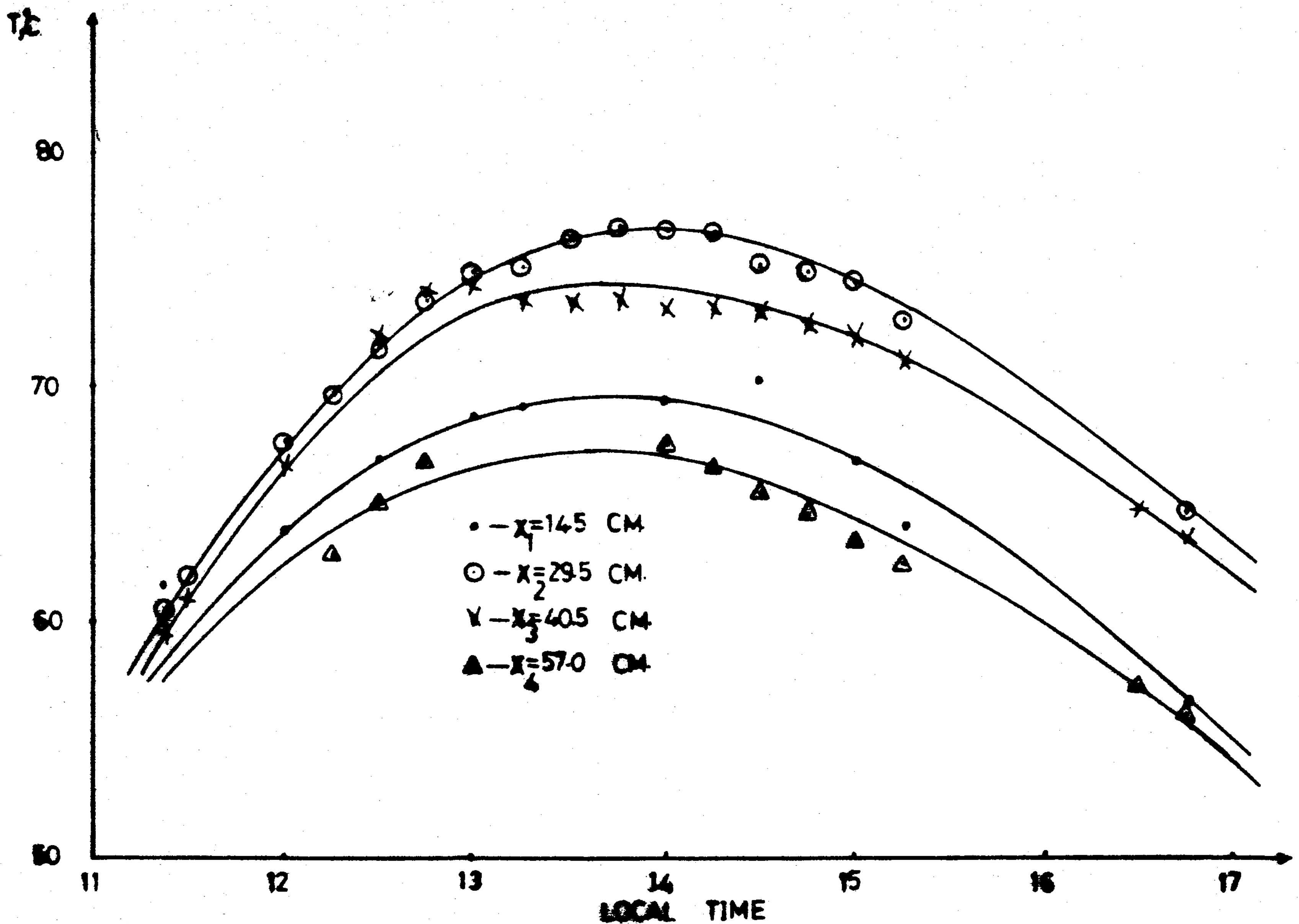
وشكل ( ) وشكل (أ) (ب)
يمثل نموذج للنتائج التي حصلنا عليها يوم الاحد الموافق 16 /رجب/١٤٠٢ هـ والمسجل بالجدول المرافق (جدول رقم)

مناقشة النتائج التجريبية :

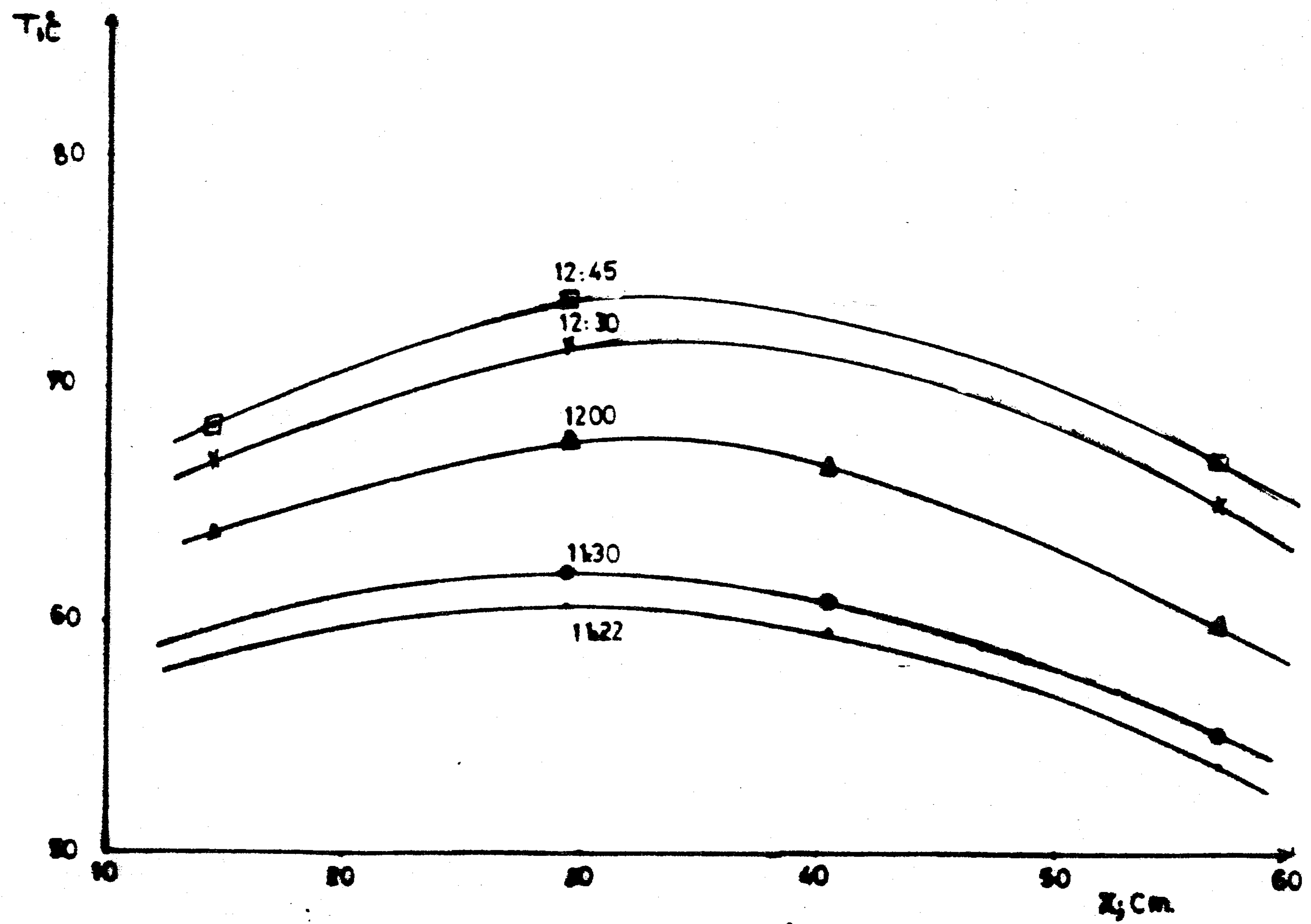
التمثيل البياني للنتائج التي حصلنا عليها في الشكل ( ) يبين العلاقة بين درجات الحرارة مع الزمن لكل طبقة من الطبقات الاربعة .

ويلاحظ : من هذا الرسم انه عند لحظه زمنية معينة تكون درجة حرارة الطبقة الثانية هي اعلى الدرجات يليها الطبقة الطبقة الاولى ثم الثالثة والرابعة والتمثيل البياني في شكل ( ) يوضح درجة حرارة الطبقات الاربعة عند لحظة زمنية معينة ، وفيه تتاكد النتيجة السابقة حيث نجد درجة حرارة الطبقة الثانية هي الاعلى بينما درجة حرارة الطبقات الاربعة هي الادنى ، ويلاحظ ايضا من هذه الاشكال انه بمرور الوقت قبل الزوال تزداد درجات الحرارة في الارتفاع للطبقات المختلفة مع بقاء الترتيب السابق اي ان الطبقة الثانية هي الاعلى يليها درجة حرارة الطبقة الاولى ثم الثالثة فالرابعة كما يلاحظ ان درجات حرارة الطبقات المختلفة لا تبدأ في الهبوط التدريجي بعد الزوال مباشرة ولكن تستمر في الارتفاع وبعد الساعة الثانية والنصف تقريبا كما هو مبين بدأ يظهر بوضوح الانخفاض التدريجي لحرارة الطبقات المختلفة ----------

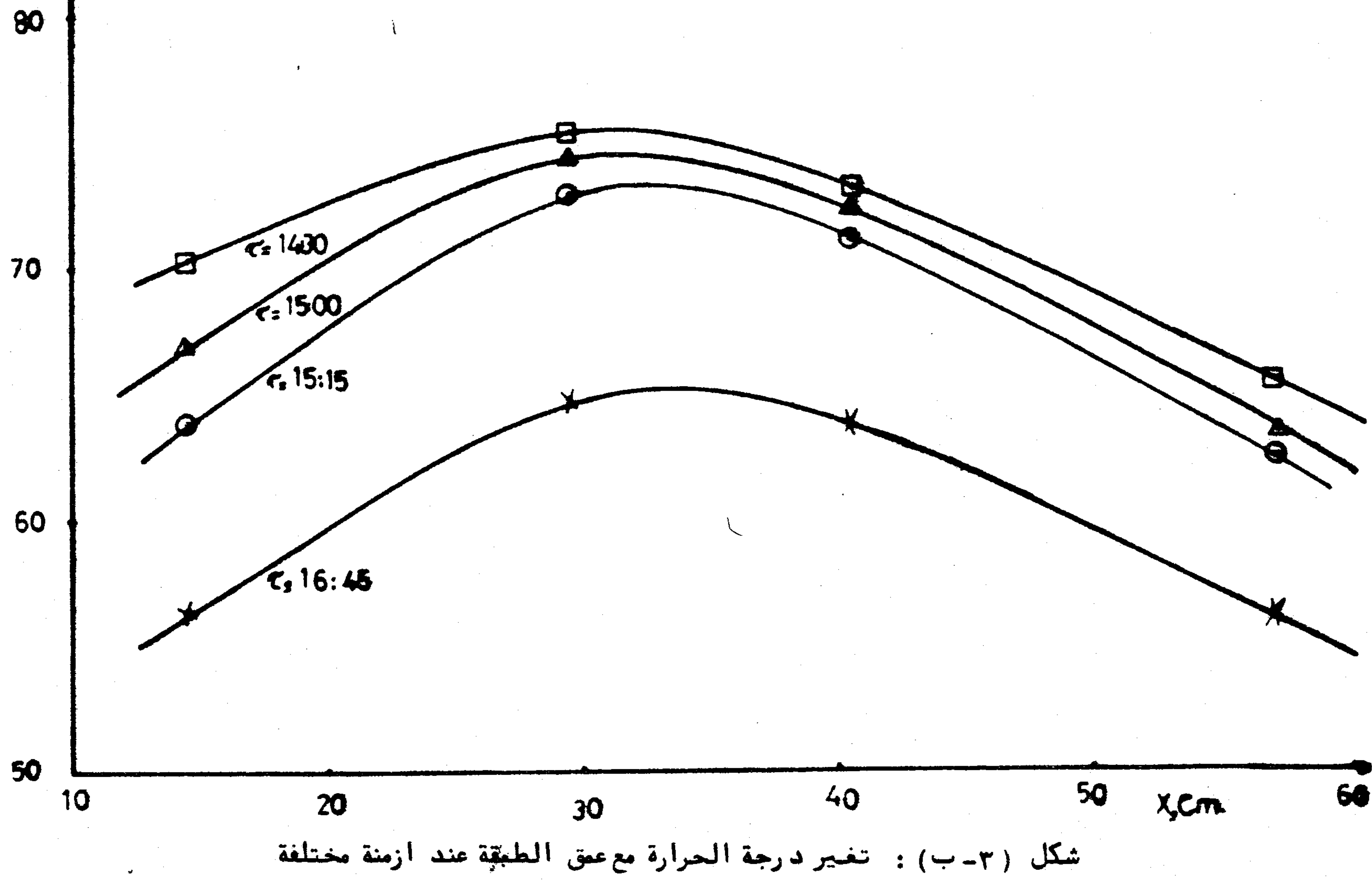
*** Hand book of chemistry and physics
59th edition E- II2



شكل (٢) : تغير درجة الحرارة مع الزمن للطبقات المختلفة



شكل (٣أ) : تغير درجة الحرارة مع عمق الطبقة عند أزمنة مختلفة



شكل (٣-ب) : تغير درجة الحرارة مع عمق الطبقة عند ازمنة مختلفة

تفـــــــسير النتائج العملية

عندما تسقط اشعة الشمس على الغطاء الزجاجي العلوي للفرن تنفذ منه الطاقة الحرارية الى داخل الطبقات المختلفة فترتفع درجة حرارة كل طبقة تدريجيا .

وكل طبقة يحدث بينها وبين الطبقات المجاورة لها تبادل حراري،

حيث ان السطح العلوي للفرن هو سطح ساخن بفعل الاشعة الحرارية من الطيف الشمسي الساقط عليها لذلك تنتقل الحرارة من طبقات الهواء المحصور داخل حيز الفرن من اعلى الى اسفل بطريقة التوصيل الحراري (اساس)
heat conduction
وليس عن طريق الحمل .***

بالنسبة للطبقة الأولى تتجمع جزئيات الهواء الساخن عند السطح السفلى بينما درجة حرارة الجزيئات للهواء الملامس للسطح العلوي للرف الأول في الطبقة الاولى تكون اقل . والنتائج تبين ان درجة الحرارة في هذه الطبقة بوجه عام تزيد عند درجة حرارة الوسط الخارجي بما يزيد عن ٢٠° درجه سليسوس لذلك فمعدل التبريد بين هذه الطبقة وطبقة الهواء الخارجي تكون كبيرة جـدا . بالنسبة لما يحدث في الطبقة الثانية ،

الطاقة التي تنفذ من خلال رف الزجاج الاول الى الطبقة الثانية سواء بفعل الاشعاع الحراري او بالتبادل الحراري تؤدي الى تسخين جزيئات الهواء وتتجمع الجزيئات الساخنة عند السطح السفلى للوح الزجاجي للرف الاول والنتائج تبين ان درجة حرارة هذه الطبقة لا يختلف كثيرا عنها للطبقة الأولى فمعدل التبريد يكون أقل لذلك تحتفظ الطبقة الثانية بدرجة حرارتها وهذا يفسر أنها تصبح اعلى من درجة حرارة الطبقة الأولى .

الطبقة الثالثة يصل اليها نسبة أقل من الاشعاع الحراري النافذ من الغطاء العلوي بفعل الارفف ايضا ،ونجد ايضا ان الرف الثاني يلامس من الطبقة الثانية الجزيئات الاقل حرارة من تلك المتجمعة تحت الرف الأول .

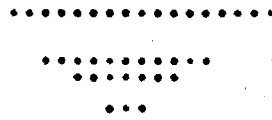
فتقل بوجه عام الطاقة الحرارية المنقولة للطبقة الثالثة فتكون درجة حرارتها أقل من الطبقة الثانية واقل من الاولى ايضا .

وبنفس الكيفية يمكن تفسير ان الطبقة الرابعة درجة حرارتها هـي الادنـى .

Analysis of heat and mass
Transfor by E.R.G.Eckert .
Int . student edition 1972 Mc Graw - Hill

ثانيا ـــ انخفاض درجة حرارة الطبقات المختلفة بعد الزوال تفسير سهل وواضح وهو مرتبط بنقص الطاقة الاشعاعية الحرارية التي تصل من الشمس بعد الزوال لأن الاشعة ستسقط على السطح العلوي بميل وتكون الطاقة المستقبلة اكبر ما يمكن عند الزوال حيث تسقط عموديا على الغطاء الزجاجي ،

والتصميم غير مجهز لمتابعة حركة الشمس في السماء هذا من جانب ومن جانب تكون المسار الذي تخترقه اشعة الشمس عند سطح البحر عند الزوال اقصر ما يمكن (= I air mass (M)) ولكن المسار خلال الغلاف الجوي (أو كتلة الهواء) التي يعبرها الاشعاع تتغير اثناء حركة الشمس الظاهرية اثناء اليوم وعندما تصل الى زاوية ٦٠° بين السمت (the Zenith وخط الابصار تتضاعف المسافة التي يقطعها الاشعاع قبل الوصول الى سطح الأرض فتقل الطاقة الحرارية الواصلة الينا وتصبح كتلة الهواء وحدتين ((2 the air mass = 2) الى جانب العوامل التي تقلل من شدة الاشعاع الحراري الواصل الينا والتي سبق ذكرها في اول البحث ٠

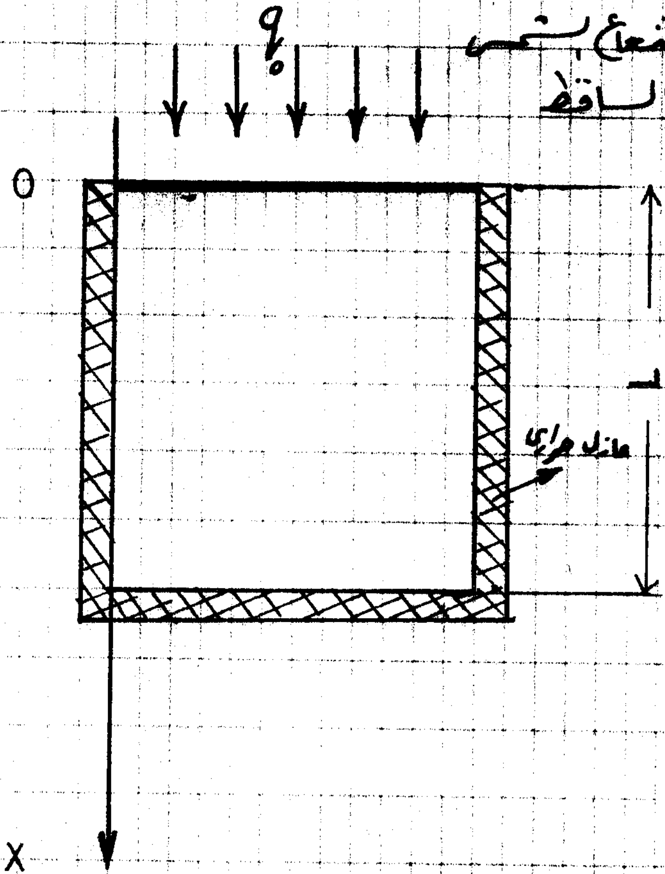


بسم الله الرحمن الرحيم

الدراسة النظرية

الهدف منها :

الحصول نظريا على توزيع درجات الحراره للطبقات المختلفة عند أزمنه مختلفه وفقا للنموذج المبين :



الطريقه:

١. نكتب معادلة التوصيل الحراري Heat conduction equation للحيز الذى يمثله الفرن الشمسى ومحاولة حلها بحيث تحقق الشروط الابتدائيه والحدية ويتضح ذلك فيما يلى :-

① معادلة التوصيل الحراري

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = a_{air} \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} \quad (1)$$

حيث $\Theta(x,t) = T(x,t) - T_o$

حيث T_o هو درجة حرارة الوسط المحيط Ambient temperature

، $a_{air} = \dfrac{\lambda_{air}}{C_{air}\, \rho_{air}}$ هو معامل الانتشار الحراري thermal diffusivity

، λ معامل التوصيل الحراري

، ρ الكثافة

، c الحرارة النوعية

، t الزمن

، x عمق الطبقة داخل الفرن مقاسة من السطح السفلي للغطاء الزجاجي العلوي للفرن.

الشروط هي :

a) The initial condition

$$At \quad t = 0 \qquad q_o = 0 \; ; \quad \Theta = \Theta_o = 0$$

The boundary conditions

b) $$At \quad x = 0 \qquad \Theta = \Theta_o$$

c) $$At \quad x = 0 \qquad \frac{\partial \Theta}{\partial x} = - \frac{q_o}{\lambda_{glass}}$$

d) $$At \quad x = L \qquad \frac{\partial \Theta}{\partial x} = 0$$

نفرض حل المعادلة (1) على شكل كثير حدود من الدرجة الثانية على الصورة

$$\Theta = a_o + a_1 X^1 + a_2 X^2 \qquad (2)$$

الشرط (b) يعطي $a_0 = \Theta_0$ (3)

ويصبح البروفيل على الصورة

$$\Theta = \Theta_0 + a_1 X^1 + a_2 X^2$$

الشرط (c) يعطي $a_1 = -\dfrac{q_0}{\lambda_{glass}}$ (4)

الشرط (d) يعطي $a_1 + 2 a_2 L = 0$

$$\therefore \quad a_2 = -\frac{a_1}{2L} = + \frac{q_0}{2L\lambda_{glass}} \qquad (5)$$

ويتضح من ذلك أن $a_1 \neq f(t)$ and $a_2 \neq f(t)$

$$\therefore \quad \frac{\partial \Theta}{\partial t} = \acute{\Theta}_0 \quad ; \quad \frac{\partial^2 \Theta}{\partial x^2} = 2 a_2$$

Thus the equation of heat flow can be written in the form:

وتصبح معادلة التوصيل الحراري (1) على الصوره

$$\acute{\Theta}_0 = 2 \, a_{air} \, a_2 \qquad (6)$$

$$\therefore \quad \frac{d\Theta_0}{dt} = 2 \, a_{air} \, a_2$$

$$\therefore \int_0^{\theta_0} d\theta_0 = \int_0^{t} 2\, a_{air}\, a_2\, dt$$

$$\therefore \quad \theta_0 = 2\, a_{air}\, a_2\, t$$

$$\theta_0 = 2\, a_{air} \frac{q_0}{2 L \lambda_{glass}}\, t \qquad (7)$$

بالتعويض من (3) ، (5) ، (7) في (2) نحصل على الحل المطلوب على الصورة

$$\theta(x,t) = \left\{ \theta_0(0,t) - \frac{q_0}{\lambda_{glass}} X + \frac{q_0}{2 L \lambda_{glass}} X^2 \right\} \qquad (8)$$

where ;

$$\theta_0(0,t) = \frac{a_{air}\, q_0}{L \lambda_{glass}}\, t$$

ويلاحظ أن البروفيل (8) عند لحظة معينة t يمثل معادلة من الدرجة الثانية لها جذران أحدهما صغير والآخر كبير ويلاحظ أنه يجب أن نحسب البروفيل لقيم X التي تساوي أو أقل من الجذر الأصغر وهذا العمق الحراري thermal penetration depth يحسب من العلاقة البسيطة الآتية :

$$\delta(t) = \frac{-a_1 \pm \sqrt{a_1^2 - 4 a_2 \theta_0}}{2 a_2} \qquad (9)$$

وقد تم حساب التوزيع الحراري (8) بواسطة الحاسب الآلي والبرنامج الموضوع والنتائج التي تم الحصول عليها مرفقة مع هذا البحث كما أن النتائج قد مثلت بيانيا في مخطط (٢٤) الذي يبين العلاقة بين درجة الحرارة وعمق الطبقة عند ازمنة مختلفة وفقا للمعالجة النظرية.

ومما يسترعي الانتباه الحصول على درجات حرارة في المعالجة النظرية اعلى بكثير من تلك التي حصلنا عليها تجريبيا ويرجع ذلك للعوامل الآتية :-

١- افترضنا ان الفيض الشمسي الساقط على وحدة المساحات q_0 مقدارا ثابتا لا يتغير مع الزمن وهذا مخالف للواقع.

٢- عند الحسابات افترضنا ان $q_0 = 1400\ W/m^2$ بينما الدراسة العملية وضحت أن $q_0 = 915\ W/m^2$ عند الزوال والفرق واضح أنه كبير

٣- علاوة على ذلك الحل النظري تم الحصول عليه بافتراض عدم تسرب اي طاقة من الجدران الجانبية المعزولة حراريا عزلا جيدا وكمثال لذلك الشرط الموضوع برقم (٥)

هذا وفيما يلي القيم المستخدمة في الحسابات النظرية :

$$q_0 = 1400\ W/m^2 \; ; \; \lambda_{glass} = 0.76\ W/m.\ ^\circ K.$$

$$a_{air} = 0.2216 \times 10^{-4}\ m^2/s.$$

عمق الفرن يساوي $L = 0.61\ m.$

وتم الحصول على توزيعات الحرارة داخل الفرن عند ازمنة من لحظة سقوط الاشعاع الشمسي قدرها $t = 60, 300, 600, 900, 1800, 3600,$ $5400, 7200$ Seconds.

(Table 1)

Thermal measnrements

18/5/ 1982

The variation of temperature with the layer depth at different times

Local time	T_{x1}	T_{x2}	T_{x3}	T_{x4}		
h. m. 11:22	2.54	2.49	2.45	2.19	mV	
61.6	61.65	60.45	59.55	53.64	°C	
11:30	2.58	2.56	2.51	2.26		X_1=14.5 CM
	62.5	62.05	60.91	55.23		X_2 = 29.9 CM
	2.64	2.81	2.76	2.46		
12:00	63.86	67.73	66.59	59. 77		X_3= 40.5 CM
12.15	2.66	2.90	2.90	2.59		X_4 =57 CM
	64.32	69.77	69.77	62. 73	°C	
12:30	2.77	2.98	3.00	2.69	M.V	
	66.82	71 .70	72.00	65	°C	
12:45	2.48	3.08	3.09	2.77	M V	
	68.41	73. 78	74	66.82	°C	
13 :00	2.85	3.13	3.10	2.85	M.V	
	68.64	74.90	74.22	68.64	°C	
13 :15	2.87	3.14	3.07	2.89	M V	
	69.10	75,11	73,55	69.55	°C	
13:30	2.85	3.20	3.07	2.90	M.V	
66.	68.64	76.44	73.55	69.77	°C	
14:00	2.88	3,21	3.06	2.80	M V	
	69.32	76.66	73.33	67.5	°C	
14:30	2.93	3.15	3.05	2.71	M.V	
	70.44	75.33	73.11	65.50	°C	
14:45	2.82	3.13	3.03	2.67	M.V	
	67.95	74.88	72.66	64.55	°C	
15:00	2.77	3.11	3.01	2.62	M.V	
	66.82	74. 44	72,22	63.41	°C	

(Table 1)

Lo cal Time	T_{xIi}	T_{x2}	T_{x3}	T_{x4}	
I5:I5	2.64	3.04	2.96	2.58	M V
	63.86	72.88	7I.II	62.5	^0C
I6:45	2.3I	2.68	2.63	2. 30	M V
56	56.36	64.77	63.64	56.I4	^0C

==

```
10 QØ=1400:L=Ø.61:LG=Ø.76:AA=Ø.2216E-4
20 A1=-QØ/LG:A2=QØ/(2*LG*L)
30 READ T: IF T=9999 THEN END
40 TH=2*AA*A2*T
50 B=SQR(A1[2-4*A2*TH)
55 LPRINT
60 X=(-A1-B)/(2*A2):LPRINT@10,"X="X
70 S=X/10:LPRINT@70,"Time ="T"Sec"
75 LPRINT:LPRINT@140,"X",@145,"THITA"
80 FOR I=S TO X STEPS
90 TA=TH+A1*I+A2*I[2
100 LPRINTI,TA:NEXT I
105 FOR I=0 TO 500:NEXT
110 DATA 60,300,600,900,1800,3600,5400,7200,10000,9999
115 LPRINT
120 GOTO 30
130 END
```

```
X= 2.18347E-03
Time = 60 Sec

X                THITA
 2.18347E-04      3.61304
 4.36695E-04      3.21104
 6.55042E-04      2.80918
 8.73389E-04      2.40746
 1.09174E-03      2.00589
 1.31008E-03      1.60446
 1.52843E-03      1.20318
 1.74678E-03      .802043
 1.96513E-03      .401048

X= .0109973
Time = 300 Sec

X                THITA
 1.09973E-03      18.0519
 2.19946E-03      16.0316
 3.29918E-03      14.0149
 4.39891E-03      12.0019
 5.49864E-03      9.99251
 6.59837E-03      7.98678
 7.6981E-03       5.9847
 8.79783E-03      3.98628
 9.89755E-03      1.99151
 .0109973         3.89814E-04

X= .0222006
Time = 600 Sec

X                THITA
 2.22006E-03      36.0697
 4.44012E-03      32.0025
 6.66018E-03      27.9501
 8.88024E-03      23.9126
 .0111003         19.89
 .0133204         15.8823
 .0155404         11.8894
 .0177605         7.91147
 .0199805         3.9484

X= .0336213
Time = 900 Sec

X                THITA
 3.36213E-03      54.0515
 6.72426E-03      47.9093
 .0100864         41.8012
 .0134485         35.7273
 .0168107         29.6875
 .0201728         23.6818
 .0235349         17.7103
 .026897          11.773
 .0302592         5.86971
 .0336213         6.04987E-04
```

ص ٥٧

X= .0693298
Time = 1800 Sec

X	THITA
6.93298E-03	107.757
.013866	95.2034
.0207989	82.795
.0277319	70.5317
.0346649	58.4136
.0415979	46.4407
.0485308	34.6129
.0554638	22.9303
.0623968	11.3928

X= .14897
Time = 3600 Sec

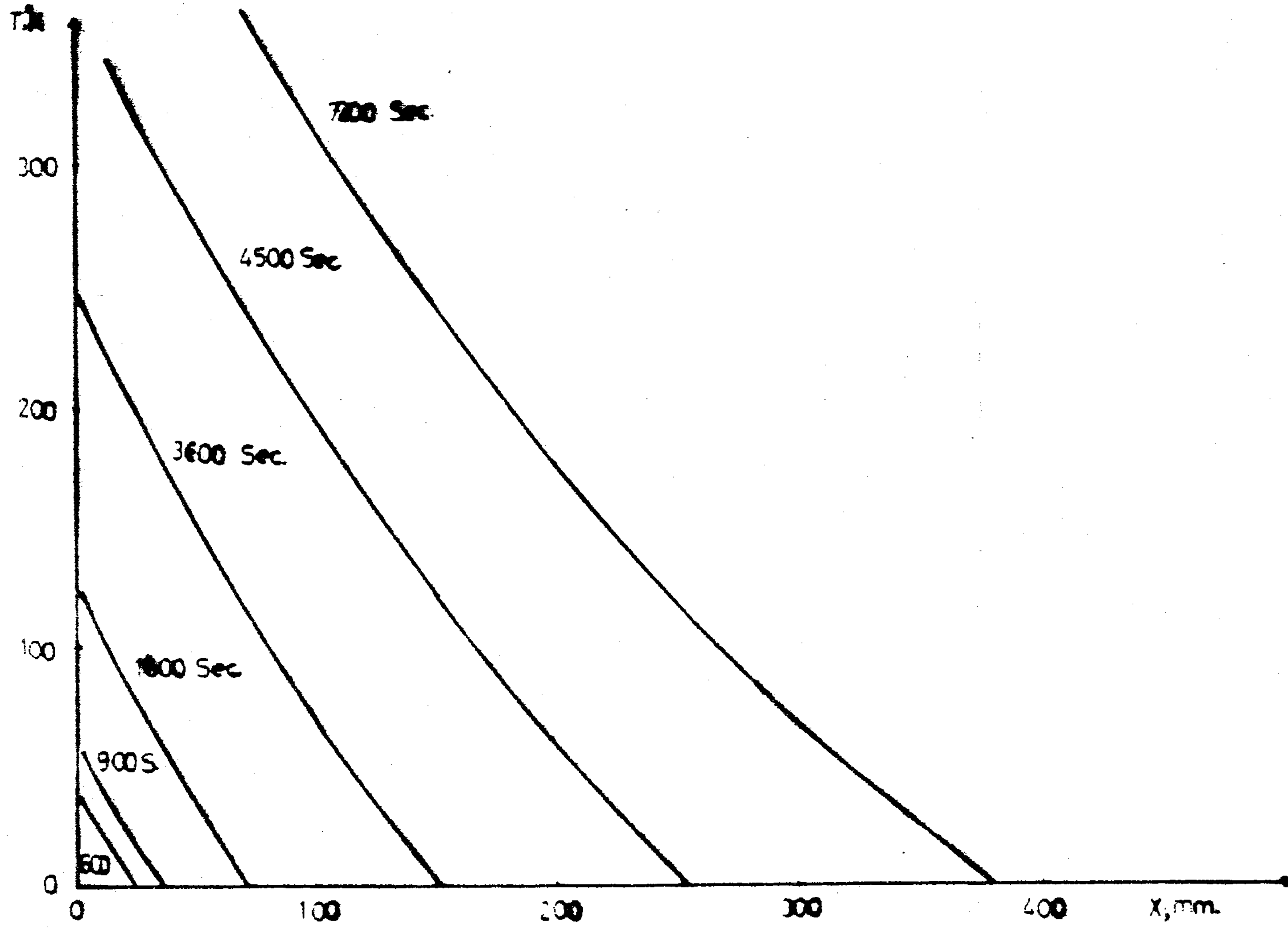
X	THITA
.014897	213.804
.0297941	187.368
.0446911	161.601
.0595881	136.505
.0744851	112.079
.0893822	88.3226
.104279	65.237
.119176	42.8214
.134073	21.0759

X= .245621
Time = 5400 Sec

X	THITA
.0245621	317.032
.0491241	274.519
.0736862	233.827
.0982482	194.958
.12281	157.911
.147372	122.685
.171934	89.281
.196496	57.6991
.221058	27.9389
.245621	7.09534E-04

X= .379791
Time = 7200 Sec

X	THITA
.0379791	414.039
.0759582	350.611
.113937	291.539
.151916	236.823
.189895	186.463
.227874	140.459
.265854	98.8106
.303833	61.518
.341812	28.5814
.379791	5.64575E-04



العلاقة بين درجة الحرارة وعمق الطبقة عند أزمنة مختلفة وفقا للمعالجة النظرية

شكل (٢٤)